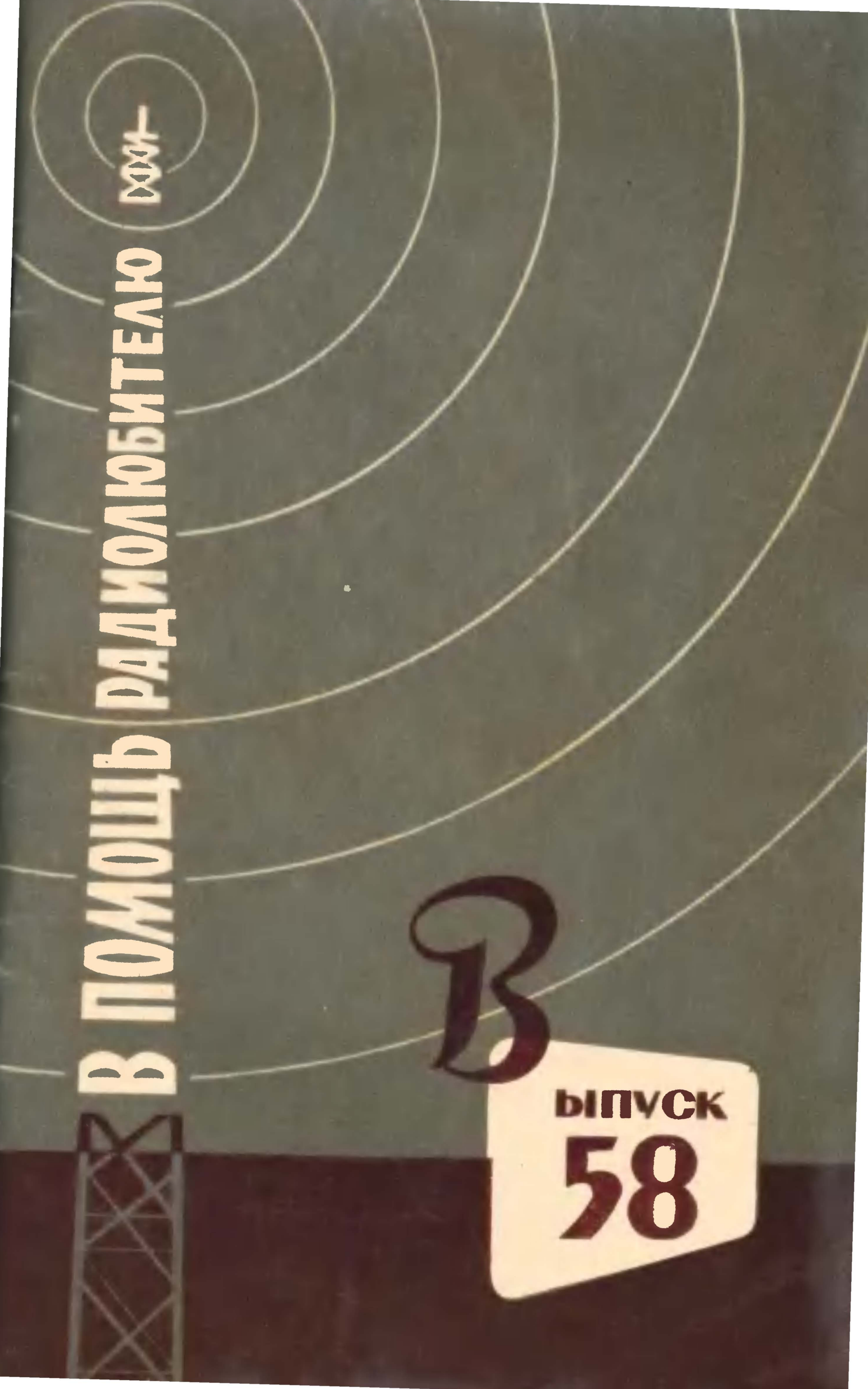

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
В
ЫПУСК
58



ЭЛЕКТРОНИКА В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

ИНДИКАТОРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ И ЗАРЯДОВ

В. РИНСКИЙ

В различных отраслях науки и техники широко применяются процессы, основанные на взаимодействии электрических полей и зарядов. Однако воздействие этих полей и зарядов в некоторых случаях может быть вредным и даже опасным.

Действие электрических полей и зарядов приходится учитывать и в радиолюбительской практике. Во время грозы на антеннах, особенно расположенных высоко над землей, могут накапливаться значительные электрические заряды. В некоторых случаях заметная электризация антенн возникает также при снегопаде или метели, когда антенна заряжается в результате трения о нее частиц снега. При этом радиоприем сопровождается помехами в виде тресков или шороха. Сильные электрические поля создаются высоковольтными выпрямителями и кинескопами телевизоров. При отсутствии надлежа-

щей экранировки эти источники полей могут оказывать неблагоприятное влияние на радиоэлектронную аппаратуру, в том числе и на транзисторную, а в цветных телевизорах — даже на телезрителей.

Из сказанного следует, что обнаружение, измерение или, по крайней мере, ориентировочная оценка электрических полей и зарядов представляется актуальной задачей. Однако существующие промышленные приборы для измерения полей сложны и относительно малодоступны.

Радиолюбители могут изготовить достаточно простые и надежные индикаторы электрических полей и зарядов своими силами. Эти индикаторы могут оказаться полезными как для работников некоторых специальностей, связанных с применением электрических полей, так и для использования в учебных целях.

Индикаторы на лампах, работающих в обращенном режиме

Для регистрации слабых зарядов и создаваемых ими полей необходимо, чтобы входная цепь индикатора обладала очень высоким сопротивлением (около 10^9 Ом и более). В измерительных приборах промышленного изготовления для этого применяются дефицитные и дорогостоящие электрометрические лампы, которые мало доступны для радиолюбителей. Как показал опыт, достаточно хорошие результаты получаются и при использовании в индикаторах обычных приемно-усилительных ламп в так называемом обращенном режиме, когда их аноды имеют тот же потенциал, что и катоды. Особенностью такого режима является зависимость тока управляющей сетки лампы от потенциала внешнего по отношению к ней электрода, например, экранирующей сетки или анода.

В индикаторе, выполненном по схеме рис. 1, электроны, эмиттированные катодом лампы *Л1*, достигают ее управляющей сетки и создают сеточный ток, измеряемый микроамперметром *ИП1*. При сообщении эранирующей сетке отрицательного потенциала относительно катода некоторая часть электронов отталкивается полем экранирующей сетки и возвращается на катод. Это приводит к ослаблению тока в цепи первой сетки и соответствующему уменьшению показаний прибора *ИП1*.

Анод лампы *Л1* соединен с катодом и играет роль электростатического экрана, окружающего экранирующую сетку.

Источником питания индикатора служит элемент 332 (ФБС-0,25). Ток накала и эмиссию катода лампы *Л1* регулируют подстроечным резистором *R1*. Измерительный прибор *ИП1* имеет ток полного отклонения стрелки

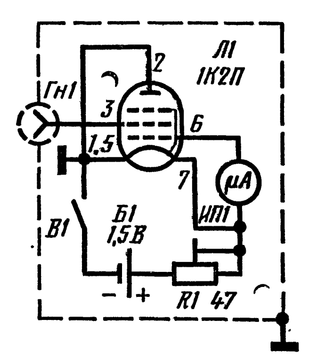


Рис. 1. Индикатор на пентоде в обращенном режиме

Рис. 2. Индикатор на гептоде в обращенном режиме

50 мкА. Панель лампы *Л1* — обязательно керамическая (ПЛК-7). Входное коаксиальное гнездо *Гн1* с изоляцией из полистирола берется от антенного входа унифицированных телевизоров. Индикатор заключают в металлический экранирующий корпус, которым соединяют 1-й и 5-й лепестки ламповой панели.

Благодаря малым напряжениям на электродах лампы, низкой рабочей температуре катода и высококачественной изоляции цепи второй сетки электронная и ионная составляющие ее тока очень малы, и входное сопротивление индикатора имеет величину 10^{10} Ом. Это позволяет, пользуясь этим исключительно простым устройством, получать результаты измерений, сопоставимые с теми, которые дают приборы, содержащие электрометрические лампы, высокочувствительные гальванометры и стабилизированные источники питания.

Для обнаружения электрических полей в гнездо *Гн1* индикатора вставляют антенну — штырь из жесткого провода длиной 100—150 мм. Регулируя резистор *R1*, устанавливают такую величину эмиссии катода лампы, при

которой стрелка микроамперметра отклонится на всю шкалу, после чего приближают индикатор к источнику поля, например, заряженному телу. Если показания микроамперметра уменьшаются при сближении прибора с телом, то оно заряжено отрицательно, если же при удалении от тела — то положительно. Обнаружение и определение знака малых электрических зарядов возможно

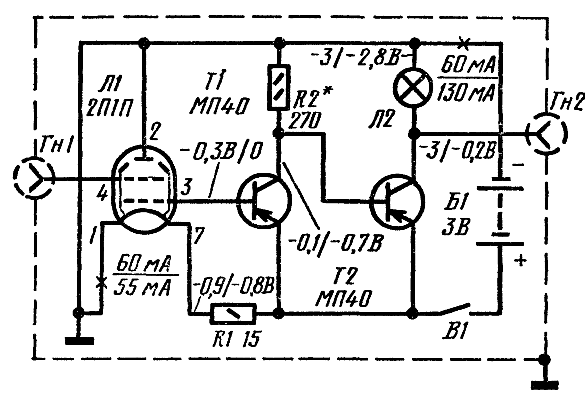


Рис. 3. Индикатор на пентоде с усилителем

также посредством прикосновения штыря к заряженному телу.

Аналогично описанному работает индикатор, собранный по схеме рис. 2. Использование в качестве выходных электродов первой, второй и четвертой сеток работающего в обращенном режиме гептода *Л1* типа 1А2П позволяет применить микроамперметр *ИП1* с током полного отклонения до 100 мкА. Управляющим электродом является третья сетка, соединенная с коаксиальным гнездом *Гн1*.

В следующем индикаторе (рис. 3) ток первой сетки, работающей в обращенном режиме лампы *Л1*, усиливается двухкаскадным усилителем на транзисторах *Т1—Т2*. В цепь коллектора выходного транзистора *Т2* включена сигнальная лампа накаливания *Л2*, загорающаяся при появлении на гнезде *Гн1* отрицательного потенциала. К выходному гнезду *Гн2* можно подключить электромагнитное реле для управления внешними исполнительными устройствами.

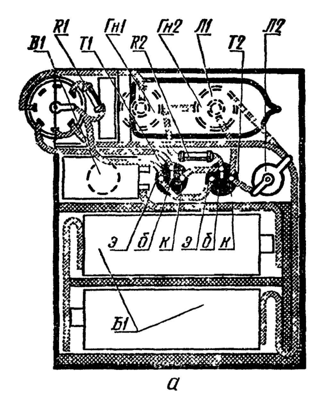




Рис. 4. Индикатор с усилителем:
а — монтаж, *б* — внешний вид

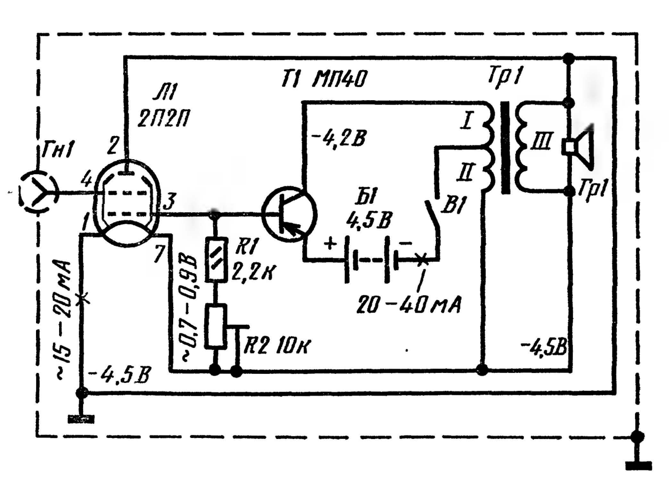


Рис. 5. **Индикатор со звуковой индикацией**

В качестве *Л1* типа 2П1П можно применить более экономичную лампу 2А2А, увеличив сопротивление резистора *R1* в два раза. В индикаторе могут быть применены германиевые сплавные транзисторы с коэффициентом $B_{ст}=15$—20 и рассеиваемой мощностью не менее 150 мВт, например, МП39—МП42, МП25—МП26, П13—П16. Лампа *Л2* — МН-14 на 2,5 В, 0,075 А (в крайнем случае — 0,16 А). Батарея *Б1* состоит из двух элементов от батареи 3336Л. Выключатель *В1* —ТВ2-1.

Монтаж и внешний вид индикатора показаны на рис. 4. Его корпус можно изготовить из белой жести или использовать готовую металлическую коробку.

При налаживании подбирают сопротивление резистора *R2* так, чтобы лампа *Л2* слабо накалялась, а затем увеличивают его до полного прекращения свечения *Л2*. Приближение ко входному гнезду *Гн1* отрицательно заряженного тела должно вызывать яркое свечение лампы *Л2*. Для обнаружения электрических зарядов на расстоянии до 1 м и более в гнездо *Гн1* вставляют металлический штырь длиной 100—150 мм.

В приборе, собранном по схеме рис. 5, предусмотрена звуковая индикация. Он состоит из усилителя постоянного тока с высоким входным сопротивлением на лампе *Л1* в обращенном режиме и трехточечного генератора звуковой частоты на транзисторе *Т1*. В качестве контурных катушек генератора работают обмотки *I—II* трансформатора *Тр1*. Его обмотка *III* нагружена динамической головкой *Гр1* и нитью лампы *Л1*. При подаче отрицательного напряжения на гнездо *Гн1* и соединенную с ним экранирующую сетку лампы *Л1* ток ее управляющей сетки, протекающий также в цепи базы транзистора *Т1*, меняется. Это приводит к изменениям режима генератора звуковой частоты, напряжения накала лампы *Л1* и величины тока эмиссии ее катода, что, в свою очередь, вызывает медленные колебания тока управляющей сетки (из-за наличия тепловой инерции катода). В результате этого колебания генератора модулируются, и в головке *Гр1* появляется звук, сходный со звучанием сирены.

В качестве *Тр1* пригодны выходные трансформаторы от радиоприемников «Спидола», «ВЭФ-Спидола-10», «ВЭФ-12». Головка *Гр1* — 0,1ГД-6 или любая другая мощностью до 0,5 Вт.

Индикаторы на полевых транзисторах

Индикатор, схема которого изображена на рис. 6, представляет собой истоковый повторитель на полевом транзисторе *Т1* (КП102 или КП103 с любыми буквенными индексами). Транзистор нагружен на микроамперметр *ИП1* с током полного отклонения 50—100 мкА.

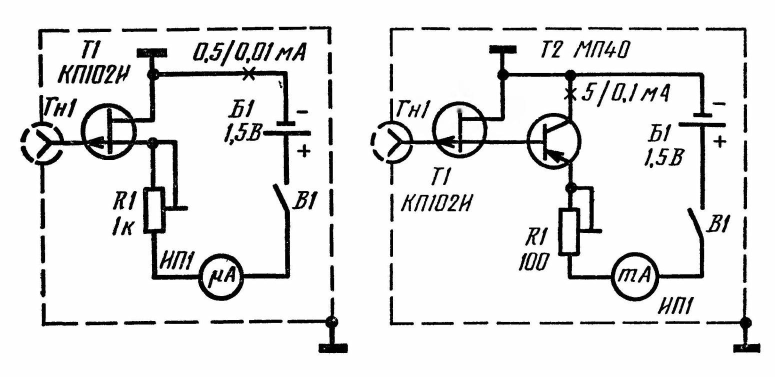


Рис. 6. Индикатор на полевом транзисторе

Рис. 7. Индикатор на полевом транзисторе с эмиттерным повторителем

Исходный режим индикатора (отклонение стрелки прибора ИП1 всю шкалу) устанавливается подстроечным резистором *R1*.

Индикатор, собранный по схеме рис. 7, отличается от предыдущего добавлением к истоковому повторителю на полевом транзисторе *Т1* эмиттерного повторителя на транзисторе *Т2*. Сочетание двух усилительных каскадов обеспечивает большой коэффициент усиления, что позволяет применить в индикаторе малочувствительный измерительный прибор — миллиамперметр *ИП1* с током полного отклонения 1—5 мА.

Следует заметить, что для получения высокого входного сопротивления этих индикаторов они должны управляться положительным (а не отрицательным) потенциалом затвора транзистора *Т1*, соединенного с гнездом *Гн1*. В противном случае входное сопротивление резко уменьшается вследствие появления прямого тока через *p-n* переход затвор — исток.

Более высокое входное сопротивление и лучшие эксплуатационные параметры могут быть получены при использовании полевых транзисторов с изолированным затвором.

Электронно-световые индикаторы поля

В описываемых ниже приборах используются электронно-световые индикаторы. В индикаторе, схема которого приведена на рис. 8, *а* к управляющей сетке лампы

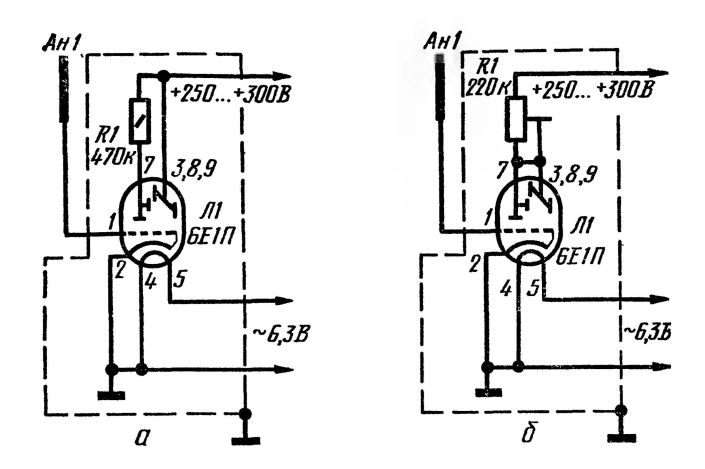


Рис. 8. Индикатор на электронно-световой лампе: *а* — с изменяющимся углом раствора экрана; *б* — с изменением яркости свечения экрана

Л1 присоединена штыревая антенна *Ан1* длиной 50—100 мм. При ее перемещении в электрическом поле индук-

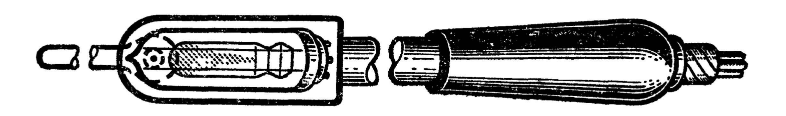


Рис. 9. Внешний вид индикатора на электронно-световой лампе

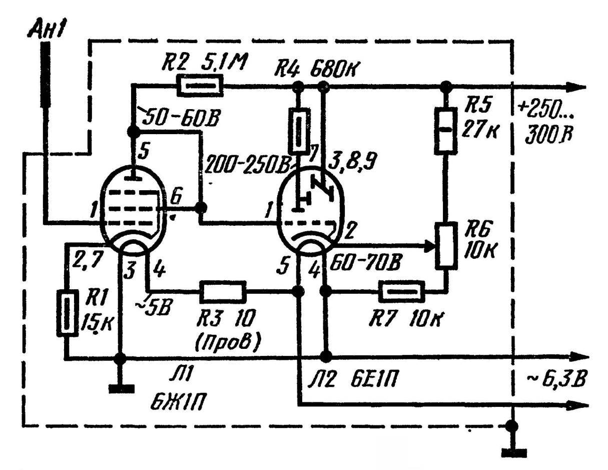


Рис. 10. Индикатор с усилителем постоянного тока

Рис. 11. Монтаж индикатора с усилителем постоянного тока

тированные заряды изменяют потенциал сетки лампы *Л1*, что сопровождается изменением угла раствора светящегося сектора на экране.

В индикаторе, собранном по схеме рис. 8, *б*, анод и экран лампы *Л1* соединены между собой, и положительное напряжение от источника питания поступает на них через подстроечный резистор *R1*. Поэтому действие электрического поля на антенну *Ан1* проявляется в изменении потенциала экрана лампы и соответственно яркости его свечения. Начальная величина яркости устанавливается регулировкой подстроечного резистора *R1*.

Эти индикаторы могут быть смонтированы в виде щупа с ручкой (например, от испорченного электропаяльника). Примерное расположение деталей такой конструкции показано на рис. 9. Для питания индикаторов пригоден любой выпрямитель. С некоторыми экземплярами ламп 6Е1П лучшие результаты получаются при накальном напряжении, уменьшенном до 4—5 В.

Индикатор, выполненный по схеме рис. 10, обладает более высокой чувствительностью, которая обеспечивается усилителем постоянного тока на лампе *Л1* в триодном включении, работающей в режиме «плавающей» (свободной) управляющей сетки. Нить накала лампы *Л1* питается пониженным напряжением через гасящий резистор *R3*. Сопротивление анодной нагрузки — резистора *R2* сравнительно велико. С анода лампы *Л1* усиленное напряжение поступает на сетку электронно-светового индикатора *Л2*. Для создания необходимого смещения на сетке этой лампы потенциал ее катода устанавливается с помощью делителя напряжения *R5*—*R7*. Начальный раствор светящегося сектора индикатора регулируют переменным резистором *R6*.

Монтаж индикатора показан на рис. 11. Для питания может быть использован любой выпрямитель.

Применение индикаторов

Индикаторы, собранные по схеме рис. 1, 2 и рис. 6, 7, рекомендуются для экспериментов при изучении электростатики в курсе физики. Присоединение в качестве *ИП1*

демонстрационного гальванометра позволяет успешно показывать опыты в больших аудиториях.

В числе возможных демонстраций — зарядка тел трением и соприкосновением, разделение разноименных зарядов, электризация жидкостей, электростатическая индукция. Достаточно наглядно и убедительно можно показать наличие электрического поля вокруг заряженного тела, напряженности в различных точках поля, влияние электроемкости тела на величину приобретаемого им при зарядке потенциала.

С помощью индикатора, построенного по схеме рис. 3, можно определять расположение скрытой в стенах зданий электропроводки. Для этого индикатор со вставленной антенной перемещают параллельно поверхности стены так, чтобы свечение индикаторной лампы было наиболее ярким. Индикатор реагирует также на присутствие проводников, находящихся под высоким напряжением. Так, например, он обнаруживает электрические заряды на экране кинескопа работающего телевизора на расстоянии до 1 м, причем свечение индикаторной лампы изменяется в зависимости от колебаний средней яркости изображения на экране.

Индикатор, выполненный по схеме рис. 5, обладает более высокой чувствительностью и может быть использован для предупредительной звуковой сигнализации при выполнении работ под высоким напряжением, в частности, при ремонте и обслуживании телевизионной и рентгеновской аппаратуры, радиопередатчиков, электроподстанций.

Экономичные и простые индикаторы (рис. 3 и 5) могут оказаться полезными для обнаружения электризации некоторых строительных материалов и предметов обихода, в том числе одежды из синтетических волокон. Это представляет интерес при проведении санитарно-гигиенических исследований, поскольку установлено, что систематическое воздействие на организм электрических полей оказывает неблагоприятное физиологическое влияние. Индикаторы, собранные по схемам рис. 8 и 10, целесообразно использовать для демонстраций, а также в качестве составных частей устройств, питаемых от электрической сети.

ЭЛЕКТРОННЫЙ КОДОВЫЙ КЛЮЧ

А. МЕДВЕДЕВ

Электронный кодовый ключ — это устройство, позволяющее при помощи специального кода, который можно периодически менять, приводить в действие то или иное исполнительное устройство. Структурная схема ключа

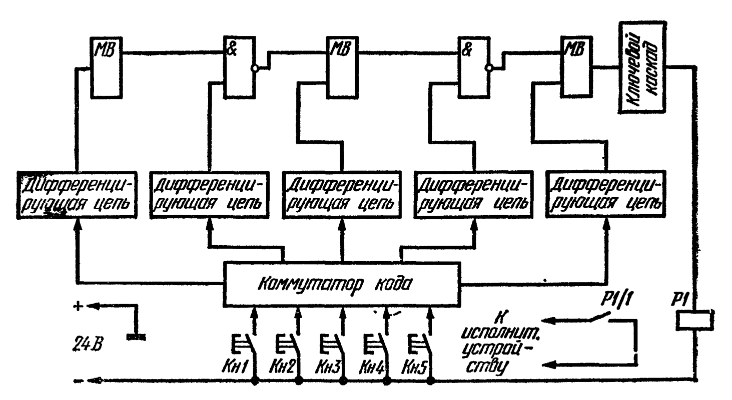


Рис. 1. Структурная схема ключа

изображена на рис. 1. При нажатии первой кнопки кода (допустим, *Кн1*) на дифференцирующую цепь подается электрический импульс отрицательной полярности и прямоугольной формы. Этот импульс преобразуется дифференцирующей цепью в два остроконечных импульса противоположной полярности, причем первым формируется отрицательный импульс, который, поступая на вход заторможенного мультивибратора *Мв1*, вызывает его опрокидывание. Поступающий затем на мультивибратор *Мв1* положительный импульс не оказывает на него воздействия, так как в мультивибраторе в это время еще не завершились переходные процессы. На выходе мультивибратора формируется прямоугольный импульс отрицательной полярности длительностью 0,5 с. Этот импульс поступает на первый вход элемента совпадения *«И1»*.

При нажатии второй кнопки кода (например, *Кн2*) импульс отрицательной полярности поступает на второй вход элемента *«И1»*. В результате совпадения этих импульсов по времени происходит логическое умножение,

и на выходе элемента *«И1»* появляется импульс отрицательной полярности, поступающий на вход второго заторможенного мультивибратора *Мв2*. Мультивибратор *Мв2* опрокидывается и формирует импульс длительностью 0,5 с отрицательной полярности, поступающий на первый вход второго элемента совпадения *«И2»*.

При нажатии третьей кнопки кода (например, *Кн4*) импульс отрицательной полярности с дифференцирующей цепи поступает на второй вход элемента *«И2»*. В результате совпадения по времени этих двух импульсов на его выходе появляется импульс отрицательной полярности, опрокидывающий третий заторможенный мультивибратор *Мв3*, на выходе которого появляется импульс отрицательной полярности длительностью 3 с. Этот импульс поступает на вход ключевого каскада, отпирая его. Через реле потечет ток, реле сработает и замкнет контакты *Р1/1*, удерживая их в замкнутом состоянии в течение всего времени действия импульса на входе ключевого каскада. Контакты реле включены в цепь исполнительного устройства, например, мощного электромагнита.

Через 3 с действие импульса закончится, и ключевой каскад вернется в исходное состояние, обесточивая обмотку реле. Исполнительное устройство также будет обесточено и вернется в исходное состояние.

Так происходит работа при правильном наборе кода. Если же код набирается неправильно, например, первой нажата кнопка *Кн2*, отрицательный импульс подается на второй вход элемента совпадения *«И1»*, а на его первом входе импульса нет, следовательно, на выходе напряжение равно нулю, мультивибратор *Мв2* не опрокинется, и в каком бы мы порядке ни нажимали кнопки, устройство не сработает. Даже если код будет набран правильно, но время между нажатием кнопок превышает 0,5 с, ключ также не сработает. Это объясняется тем, что длительность импульсов, действующих на первых входах элементов совпадения, равна 0,5 с, и если за это время на второй вход не поступит импульс, устройство, естественно, не сработает.

Теперь попробуем открыть кодовый ключ, нажимая все кнопки одновременно. В этом случае мультивибратор *Мв1* опрокинется, но импульс на второй вход элемента *«И1»* придет одновременно с началом опрокидывания, когда на первом входе импульса еще не будет, а так как

импульс от дифференцирующей цепи имеет малую длительность (десятки микросекунд), на выходе элемента *«И1»* импульса не будет, и ключ не сработает.

В кодовом ключе предусмотрены также конопки сброса *Кн3* и *Кн5*, которые при нажатии мгновенно возвращают мультивибраторы *Мв2* и *Мв 3* в исходное состояние, предотвращая возможность случайного подбора кода.

Принципиальная схема кодового ключа изображена на рис. 2. Отрицательный импульс, получившийся после нажатия и отпускания кнопки *Кн1*, проходит через дифференцирующую цепь, образованную конденсатором *С1* и резистором *R2*. Отрицательный импульс поступает на базу транзистора *Т1*. Транзисторы *Т1* и *Т2*, резисторы *R1*—*R6* и конденсатор *С2* образуют мультивибратор с эмиттерной связью, работающий в заторможенном режиме. Диод *Д1* служит для разряда конденсатора *С1* после размыкания кнопки. В исходном состоянии транзистор *Т1* закрыт, а *Т2* открыт. Конденсатор *С2* заряжен до напряжения, близкого к $24 - I_{к2} \cdot R_6 B$, где $I_{к2}$ — коллекторный ток транзистора *Т2*. При подаче запускающего импульса отрицательной полярности на базу транзистора *Т1* последний начинает отпираться, а конденсатор *С2* начинает разряжаться через резисторы *R4, R6* и переход эмиттер — коллектор транзистора *Т1*. Разрядный ток, протекая через резистор *R4*, создает на нем падение напряжения, которое запирает транзистор *Т2*. В мультивибраторе возникает лавинообразный процесс, в результате которого происходит полное запирание транзистора *Т2* и отпирание транзистора *Т1*.

При дальнейшем разряде конденсатора *С2* базовое напряжение транзистора *Т2* становится равным нулю, транзистор *Т2* открывается, напряжение на резисторе *R6* возрастает, и это обуславливает возникновение нового лавинообразного процесса, приводящего к запиранию транзистора *Т1* и отпиранию *Т2*. Начинается заряд базового времязадающего конденсатора *С2* от коллекторного источника через резистор *R6*, переход эмиттер — база транзистора *Т2* и резистор *R3*. После окончания заряда мультивибратор готов к очередному запуску.

Коллекторные импульсы транзистора *Т1* имеют положительную, а *Т2* — отрицательную полярность. В данном устройстве используется отрицательный импульс длительностью 0,5 с, подаваемый с коллектора транзистора *Т2*

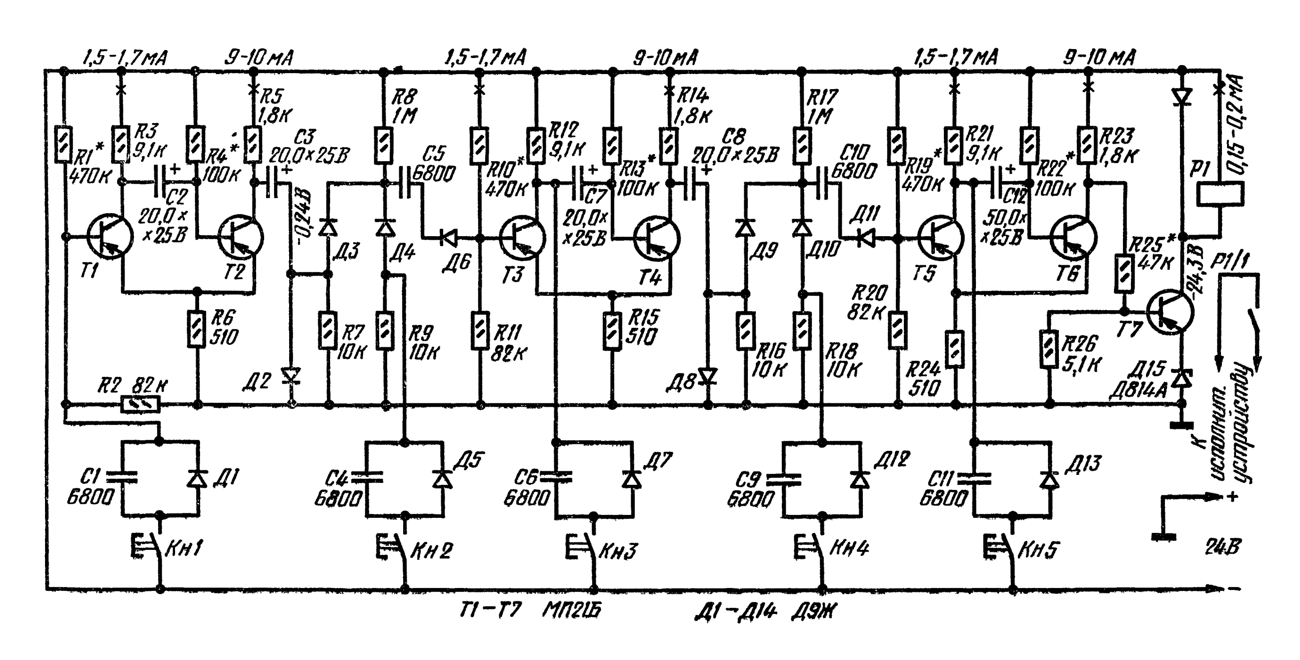


Рис. 2. Принципиальная схема ключа

через конденсатор *С3* на первый вход диодно-резистивного элемента совпадения, состоящего из диодов *Д3, Д4* и резисторов *R7—R9*. В исходном состоянии через параллельную цепь, состоящую из последовательно включенных диодов и резисторов *Д3, R7* и *Д4, R9* и резистор *R8* протекает ток, равный 24 мкА. В точке соединения диодов *Д3* и *Д4* напряжение по отношению к общему проводу равно 0,24 В. При поступлении на первый вход отрицательного импульса диод *Д3* подзапирается и сопротивление цепочки *Д3R7* резко возрастает. Но эта цепь шунтируется открытой цепочкой *Д4R9*, и на выходе напряжение практически не меняется. Если же во время действия импульса на первом входе нажать вторую кнопку кода *Кн2*, то отрицательный импульс дифференцирующей цепи *C4R9* подзапирает диод *Д4* и сопротивление параллельной цепи *Д3R7* и *Д4R9* станет достаточно большим. Напряжение на выходе возрастет до величины второго импульса отрицательной полярности. Этот импульс через цепочку *С5Д6* поступает на базу транзистора *Т3* второго заторможенного мультивибратора и опрокидывает его.

Диод *Д2* служит для срезания импульса положительной полярности, который формируется при проходе отрицательного импульса через цепь *С3R7*. Диод *Д6* не пропускает импульс положительной полярности, формируемый дифференцирующей цепью *C4R9*. Назначение диодов *Д5, Д7, Д12, Д13* аналогично *Д1*, то есть через них происходит разряд конденсаторов дифферндирующих цепей.

Переходные процессы во втором и третьем ждущих мультивибраторах происходят точно так же, как и в первом. Разница заключается только в том, что емкость времязадающего конденсатора *С12* третьего мультивибратора равна 50 мкФ, а длительность импульса, формируемого на коллекторе транзистора *Т6*, равна 3 с.

Далее работа устройства происходит следующим образом. После опрокидывания второго ждущего мультивибратора с коллектора транзистора *Т4* снимается отрицательный импульс и через конденсатор *С8* подается на первый вход второго элемента совпадения на диодах *Д9, Д10*, совершенно идентичного первому.

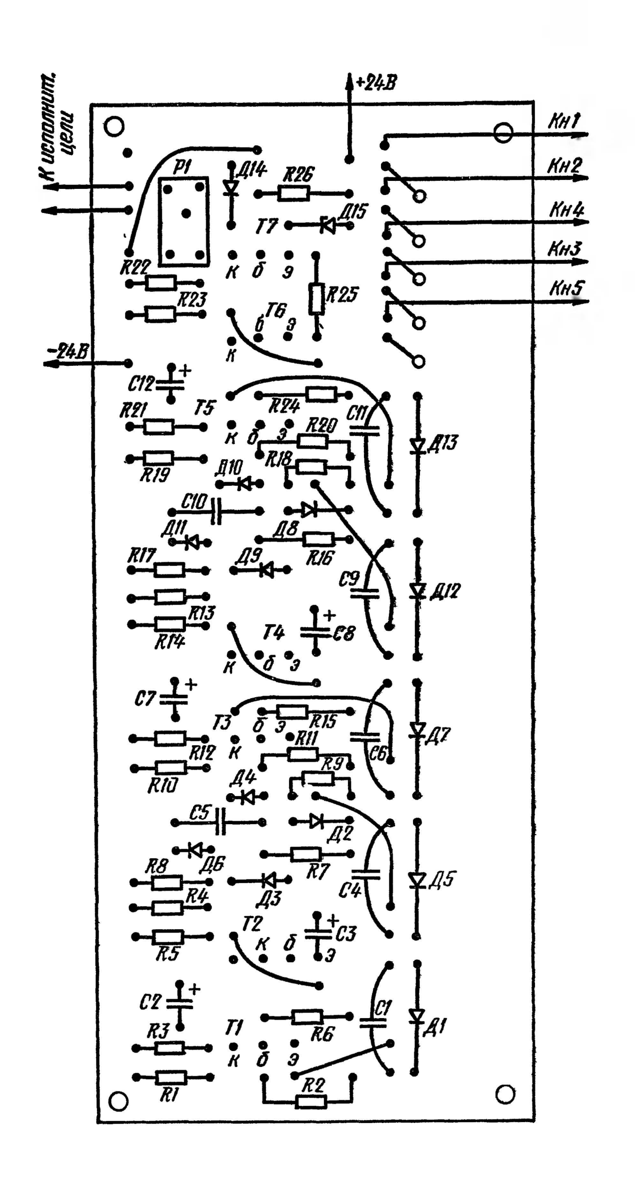
При нажатии кнопки кода *Кн4* на второй вход поступает остроконечный отрицательный импульс, диоды подзапираются и на выходе появляется отрицательный

импульс, который через цепочку *С19Д11* поступает на базу транзистора *Т5*. В третьем мультивибраторе происходит лавинообразный процесс, и на коллекторе транзистора *Т6* формируется импульс отрицательной полярности с длительностью около 3 с. Диоды *Д8, Д11* предназначены для срезания импульсов положительной полярности.

Отрицательный импульс с коллектора транзистора *Т6* через резистор *R25* поступает на вход ключевого каскада на транзисторе *Т7*. В исходном состоянии транзистор практически заперт, ток через него равен 0,15—0,2 мА. При поступлении на базу транзистора отрицательного импульса транзистор отпирается, реле *Р1* срабатывает и находится в рабочем состоянии в течение всего времени действия на входе транзистора отрицательного импульса, то есть 3 с, после этого ключевой каскад возвращается в исходное состояние. Диод *Д14* служит для предотвращения пробоя транзистора ЭДС самоиндукции, возникающей в момент действия реле.

Кнопки *Кн3* и *Кн5* являются кнопками сброса. В момент возникновения лавинообразного процесса, а также в момент формирования импульса нажатие этих кнопок приводит к возвращению второго и третьего ждущих мультивибраторов в исходное состояние. В этом случае отрицательный импульс подается на базу запертого транзистора *Т4* или *Т6* через конденсаторы *С7, С12* и отпирает их. В мультивибраторах происходит обратный лавинообразный процесс, и они возвращаются в исходное состояние.

В конструкции использованы распространенные радиодетали (рис. 3). Транзисторы *(Т1—Т7)* МП21Б можно заменить на МП20, МП25, МП26 с любыми буквенными индексами. Диоды *Д1 — Д14* — Д9Г или Д9Ж. Электролитические конденсаторы — К50-6. Конденсаторы *С1, С4, С5, С6, С9, С10, С11* — КТ или КД. Резисторы — ОМЛТ или УЛМ мощностью 0,125 Вт, за исключением резисторов *R5, R14, R23* — их мощность равна 0,25 Вт. Реле Р1 — РЭС-10, паспорт РС4.524.305. Однако можно использовать и другие малогабаритные реле с током срабатывания не больше 12 мА и сопротивлением обмотки в пределах 1200—1800 Ом. Кнопки изготовлены из микропереключателей типа МП-11. Их конструкция показана на рис. 4.



Корпус кодового ключа изготовлен из листового алюминия толщиной 0,5 мм, его размер 185×85×50 мм. Все детали смонтированы на печатной плате из фольгирован-

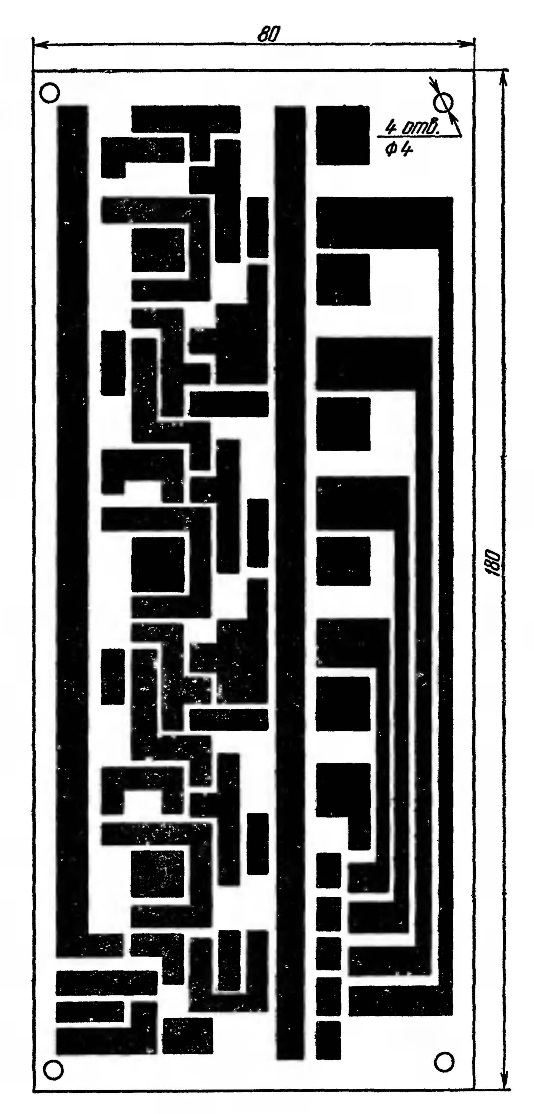


Рис. 3. Эскиз печатной платы ключа

ного гетинакса толщиной 1,5 мм, размером 180×80 мм. Коммутатор кода изготовлен из штырьков и гнезд штепсельного разъема.

Плата на стойках прикреплена к основанию, сверху закрывается крышкой и закрепляется винтами так, чтобы был доступ к коммутатору кода. Код набирают перестановкой штырьков в соответствующие гнезда. Количество

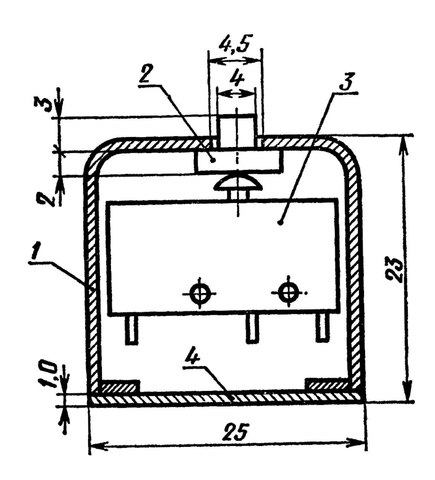


Рис. 4. Конструкция кнопки: *1* — корпус (алюминий); *2* — головка кнопки (органическое стекло); *3* — микровыключатель МП-11; *4* — основание

кнопок можно увеличить, например, поставить кнопку звонка. Звонок можно питать общим для всех кнопок напряжением и включить в цепь реле, которое своими контактами будет его включать. Если поставить на плату дополнительный разъем для шестой кнопки, число комбинаций значительно увеличится.

Налаживание кодового ключа сводится к установке режимов транзисторов по постоянному току соответствующими базовыми резисторами. Значения токов указаны на схеме. При использовании транзисторов других типов важно помнить, что для устойчивой работы мультивибраторов ток коллектора правого транзистора должен составлять $I_{к2} = (5—10) I_{к1}$. Если появится необходимость увеличить длительность импульсов мультивибраторов, необходимо увеличить емкость базовых времязадающих конденсаторов *C2, C7, C12*, а также переходных конденсаторов *C3, C8*.

Налаживание ключевого каскада сводится к установлению тока покоя равным 0,15—0,2 мА.

РАДИОСПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

ФАЗОЧАСТОТНЫЙ ИНДИКАТОР НАСТРОЙКИ

А. ЗАЗНОБИН (*U*A 9ОСК), Г. ЮДИН (*U*A 9РР)

Обычные методы индикации точности настройки приемника на телетайпный сигнал (с помощью электроннолучевых трубок (ЭЛТ), стрелочных приборов, светодиодов и т. д.) обеспечивают однозначность настройки только тогда, когда полезный сигнал значительно превышает уровень помех. При наличии же существенных помех любого рода (*RTTY, AM, SSB*) наиболее предпочтительными являются фазочастотные индикаторы, которые значительно облегчают выбор необходимого сигнала и настройку на него.

Фазочастотный индикатор подключается непосредственно к низкочастотному выходу приемника и высвечивает на экране ЭЛТ вращающуюся линию. При наличии помех вместе с линией, соответствующей полезному сигналу, будут находиться линии помех. Это дает возможность сразу определить, как необходимо подстроить принимаемый или передаваемый сигнал, чтобы ее частота не попала в полосу пропускания фильтров приемника.

Основной частью фазочастотного индикатора является простая *RLC* цепь, паказанная на рис. 1. Эта цепь имеет резонанс на частоте 2890 Гц (решением конференции *IARU* частотный сдвиг для буквопечатания на коротковолновых диапазонах установлен равным 170 Гц и частота 2890 Гц выбрана оптимальной с учетом полосы пропускания электромеханических фильтров, применяемых в современных приемопередатчиках). На рис. 2 изображена фазочастотная характеристика цепи. При резонансе ее входное сопротивление минимально, ток в контуре достигает максимальной величины, U_C стремится к нулю, а U_L — к максимуму. Вблизи резонанса кривая изменения фазы φ имеет наибольшую крутизну. При высоком значении добротности элементов контура фаза меняет свое значение от 180 до 0° в узком диапазоне частот.

Известно, что два синусоидальных сигнала, подведенные к отклоняющим пластинам ЭЛТ, дают на экране изображение, зависящее от соотношения фаз и амплитуд этих сигналов. Если два сигнала находятся в фазе или сдвинуты на 180°, то на экране ЭЛТ появится прямая линия, положение которой зависит от соотношения их

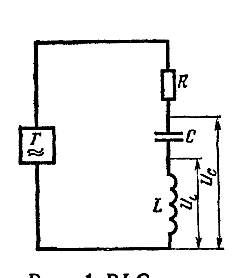


Рис. 1. *RLC* цепь — основная часть индикатора

Рис. 2. Фазочастотная характеристика *RLC* цепи

амплитуд. Если фазовый сдвиг сигналов составляет 90°, то на экране ЭЛТ появится эллипс, эксцентриситет которого зависит от соотношения амплитуд этих сигналов.

При резонансе сдвиг фаз между U_C и U_L составляет 90°, и если U_C стремится к нулю, то на экране ЭЛТ будет наблюдаться эллипс с эксцентриситетом, приближающимся к нулю.

Таким образом, для всех представляющих интерес частот (в нашем случае — в диапазоне 2—3 кГц) на экране ЭЛТ будет видна прямая линия, которая будет вращаться вокруг центра экрана при изменении частоты сигнала.

На рис. 3 приведена принципиальная схема фазочастотного индикатора. Сигнал с низкочастотного высокоомного выхода приемника поступает на базу эмиттерного повторителя, выполненного на транзисторе *T1*. Его нагрузкой являются компенсирующая и фазосдвигающая цепи. Для получения возможно большей добротности этой цепи внутреннее сопротивление эмиттерного повторителя должно быть как можно меньшим. Компенсирующая цепочка *C2L1R4* имеет резонанс на частоте около 2500 Гц. Она выполняет две функции. Во-первых, увели-

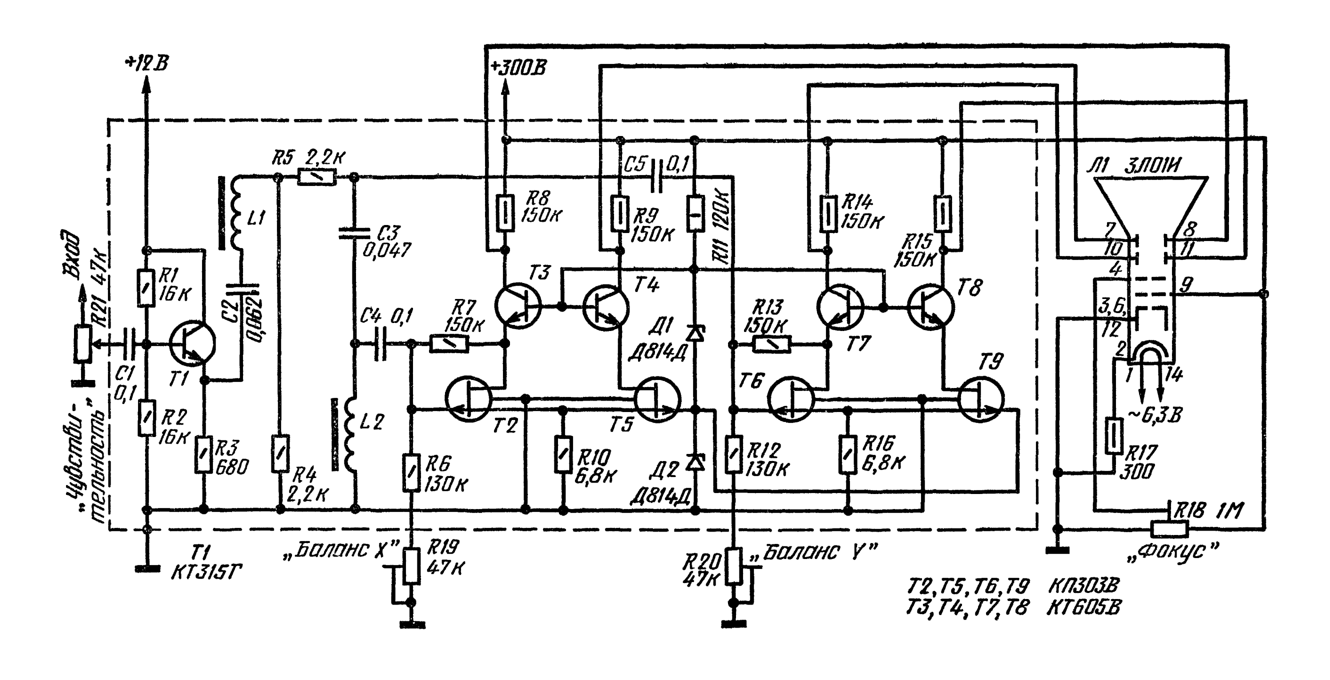


Рис. 3. Принципиальная схема фазочастотного индикатора

чивает входное сопротивление фазосдвигающей цепи в области частот 2400—3000 Гц, что компенсирует увеличение напряжения U_L при увеличении частоты, чем достигается одинаковая длина линий на экране ЭЛТ при больших разносах частот. Во-вторых, она не пропускает сигналы, значительно отличающиеся от частоты 2890 Гц, и таким образом ограничивает картину на экране ЭЛТ необходимым диапазоном частот.

Фазосдвигающая цепочка *R5C3L2*, работа которой была описана ранее, имеет резонанс на частоте 2890 Гц. Усилитель вертикального отклонения луча представляет собой балансный усилитель, собранный на транзисторах *Т2—Т5*. Каждое плечо усилителя собрано по каскодной схеме, где высоковольтные транзисторы *Т3, Т4* включены по схеме с общей базой, а полевые транзисторы *Т2, Т5* (они применены для получения высокого входного сопротивления), которые включены в цепи эмиттеров транзисторов *Т3, Т4*, являются генераторами тока. С коллекторных нагрузок *R8* и *R9* усиленный сигнал в противофазе подводится к отключающим пластинам ЭЛТ и разворачивает луч на экране трубки по оси «*X*».

На второе плечо балансного усилителя подается постоянное напряжение, образованное делителем *R6, R7* и резистором *R19*, а на другое плечо, заземленное по переменной составляющей через стабилитрон *Д2*, подается постоянное напряжение +24 В с того же делителя. Стабилитроны *Д1* и *Д2* заземляют также базы транзисторов *Т3* и *Т4* по переменной составляющей.

Изменяя смещение на затворе транзистора *Т2* с помощью резистора *R19*, изменяют токи, протекающие через транзисторы *Т3* и *Т4*, и, следовательно, изменяют напряжение, прикладываемое к отклоняющим пластинам ЭЛТ, и производят центровку луча по «*X*».

Низкочастотный сигнал с *RLC* цепочки через конденсатор *С4* подается на одно из плеч вертикального отклонения луча.

Аналогичным образом работает усилитель отклонения луча по оси «*Y*».

Коэффициент усиления обоих усилителей около 100 на частоте 3 кГц.

Питается индикатор от блока питания радиостанции, схема которого здесь не приводится. Прибор потребляет

Рис. 4. Эскиз печатной платы индикатора

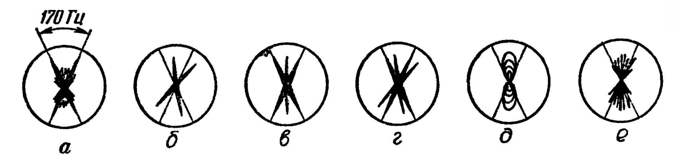


Рис. 5. Примеры изображений на экране индикатора: *а* — сигнал небольшого уровня (в центре видны шумы) с разносом 170 Гц, настройка правильная; *б* — сигнал с разносом 170 Гц, настройка неточная; *в* — сигнал с разносом более 170 Гц, в центре — телеграфная помеха; *г* — помеха от телетайпного сигнала, близкого по частоте; *д* — АМ помеха; *е* — *SSB* помеха

ток по цепи питания +12 В не более 5 мА, по цепи питания +300 В — около 20 мА.

Чертеж печатной платы и размещение на ней деталей приведены на рис. 4. Конденсаторы *C1, C4, C5* — КЛС; конденсаторы *C2, C3* — КМ-6.

Катушки *L1* и *L2* намотаны на кольцах К28×16×9 из феррита М2000НМ проводом ПЭВ-2 0,23 и имеют 200—250 витков. Их индуктивность должна лежать в пределах 80—120 мГ, добротность быть не ниже 80 на частоте 3 кГц.

Если ЭЛТ не имеет пермаллоевого или стального экрана, то в конструкции шасси индикатора желательно не применять стали, так как в случае намагничивания последней будет нарушаться фокусировка. Чтобы избежать влияния на ЭЛТ наводок переменного тока от трансформатора блока питания, его желательно располагать как можно дальше от ЭЛТ и сзади по оси трубки.

После регулировки и калибровки индикатора перед экраном ЭЛТ натягивают две черные градуировочные нити или наносят две риски, которые будут соответствовать частотам фильтров *RTTY* конвертера (2975 и 2805 Гц для разноса частот 170 Гц).

После проверки режимов транзисторов по постоянному току необходимо на вход индикатора подать сигнал от генератора частотой 2890 Гц и амплитудой 0,1—1 В и подбором конденсатора *C3* добиться резонанса контура *L1C3* на частоте 2890 Гц. Момент разонанса можно контролировать ламповым вольтметром или осциллографом. Регулируя резисторы *R18—R21*, добиваются появления на экране ЭЛТ прямой линии, перекрывающей примерно три четверти диаметра экрана. Вращение этой линии вокруг центра экрана при изменении частоты входного сигнала от 2500 Гц до 3500 Гц должно быть равномерным и замедляться на частотах ниже 2500 и выше 3500 Гц.

Пользуясь индикатором при появлении на выходе приемника телетайпного сигнала, очень легко по калибровочным рискам определить, как необходимо подстроить приемник, чтобы сигнал попал в полосу пропускания фильтров конвертера, а при наличии помех — чтобы помеха оказалась выведена за полосу пропускания фильтров. Различные случаи, встречающиеся в практике при работе на *RTTY*, иллюстрируются рис. 5.

ЦВЕТ И МУЗЫКА

ЦВЕТОМУЗЫКАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

В. КРИНИЧНЫЙ

К основным недостаткам известных цветомузыкальных установок следует отнести большую потребляемую мощность и стационарность. Описываемая конструкция предназначена для использования совместно с переносным радиоприемником ВЭФ-201 (или аналогичным). Благодаря расположению экрана на передней стенке рядом с громкоговорителем выполняется основной принцип цветомузыки: цвет органически связан со звуком и отображает его. Применение специальной системы рассеивания дало возможность расположить лампы накаливания почти непосредственно перед экраном. Кроме того, система излучатели — экран представляет собой разъемную конструкцию, что значительно упростило всю установку.

В основу действия устройства положено разделение звукового диапазона на три частотных поддиапазона: низших, средних и высоких частот (возможна также разбивка и на четыре поддиапазона, в этом случае следует несколько изменить схему и печатную плату, а также расположение ламп перед экраном).

Цветомузыкальное устройство (рис. 1) состоит из трех основных блоков: предварительного усилителя на транзисторах *Т1* и *Т2*, необходимого для усиления звуковой частоты, снимаемой с НЧ детектора, трех фильтров на транзисторе *Т3* и трех усилителей мощности, собранных по аналогичным составным схемам (на рис. 1 — на транзисторах *Т4* и *Т5*). Нагрузками усилителей служат микролампы.

В зависимости от пропускаемых частот (выбранного числа каналов) в фильтре каждого канала емкости конденсаторов *С3*—*С5* имеют номиналы, указанные в табл. 1, 2. Диод *Д1* необходим для выделения на входе усилителя мощности отрицательной составляющей с тем, чтобы транзистор *Т4* был всегда открыт. На вход подается сигнал непосредственно с НЧ детектора приемника.

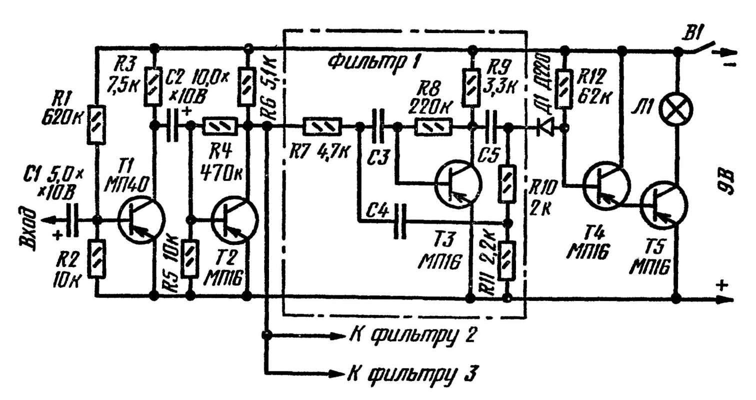


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

Таблица 1

Цвет	*С*, мкФ
Красный	0,1
Зеленый	0,03
Синий	0,01

Таблица 2

Цвет	*С*, мкФ
Красный	0,1
Желтый	0,047
Зеленый	0,022
Синий	0,01

Для отключения питания устройства служит клавишный выключатель *В1*, расположенный сверху приемника.

Резисторы, используемые в конструкции,— УЛМ или МЛТ — 0,125. Электролитические конденсаторы типа К50-6, емкости для фильтров взяты из наборов, продаваемых в радиомагазинах. Транзисторы и диоды, за исключением транзистора *Т5*, могут быть использованы любые низкочастотные. Лампы *Л1* — на 2,5 В, 75 мА. Возможно использование микроламп на напряжение 9 В, но в этом случае потребляемая мощность увеличится в 1,5 раза, а чувствительность уменьшится в 1,3 раза. Использование ламп от карманного фонаря значительно усложнит конструкцию системы излучатели — экран и потребует еще один каскад (на мощном транзисторе) в усилителе мощности.

Монтаж выполнен на плате предварительных усилителей и фильтров (печатным способом) и на плате усилителей мощности (навесным монтажом).

Экран, на котором происходит смешение цветом, представляет собой важнейший элемент всей конструкции. Он состоит из трех слоев (рис. 2). Благодаря двум слоям трубок диаметром 1—1,5 мм, расположенных перпендикулярно друг другу, рассеяние цветов происходит практически по всей площади экрана. Необходимо также отметить, что свет попадает только на экран и не виден на шкале радиоприемника, вследствии чего конструкция системы излучатель — экран значительно упрощается.

Последовательность процесса изготовления экрана такова. Из корпуса приемника вынимают хромированные планки и декоративную сетку. С левого конца планки укорачивают на 10 см, а сетку — на 9,5 см, после чего 0,5 см сетки выгибают под прямым углом наружу (этот конец будет составлять один из краев обрамления экрана). Всю лишнюю пластмассу на площади 10×10 см выбирают жалом паяльника, края подравнивают, после чего укороченные сетку и планку вставляют на прежние места. В образовавшийся квадрат вклеивают пластинку размером 10×10 см из органического стекла толщиной 3 мм. Далее рассеивающие слои заполняют стеклянными трубками или палочками диаметром 1—1,5 мм. Первый слой (вертикальный) не приклеивают к корпусу, а трубки с заметным усилием вставляют вплотную к пластине из органического стекла. Второй слой (горизонтальный) накладывают на первый и приклеивают его к корпусу.

Лампы укрепляют в уже имеющихся круглых отверстиях с обратной стороны отсека питания радиоприемника (рис. 3). Предварительно под них подкладывают тонкую фольгу, а после установки ламп эти отверстия заклеивают светофильтрами.

Выводы ламп соединяют с платой усилителей мощности проводом ПЭЛ 0,2.

Печатную плату с деталями после настройки устанавливают следующим образом. Из тонкого листового дюралюминия вырезают две пластинки размером 5×15 мм (рис. 4), в которых сверлят по два отверстия диаметром 3 мм, после чего пластинки сгибают под прямым углом. Этими уголками печатную плату крепят к двум винтам, прикрепляющим громкоговоритель. Плата таким образом будет находиться на дне радиоприемника, деталями внутрь шасси.

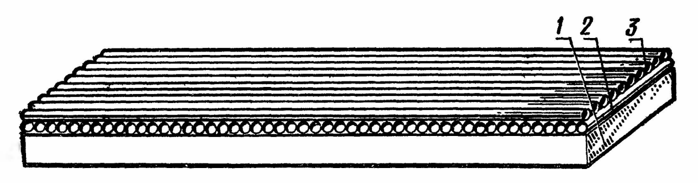


Рис. 2. Конструкция экрана: *1* — подложка (органическое стекло) *2* и *3* — слои трубок (стекло)

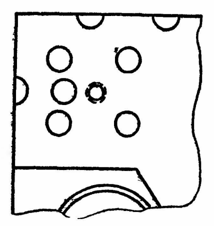


Рис. 3. Расположение ламп на отсеке питания приемника

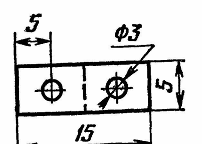


Рис. 4. Заготовка крепежного уголка

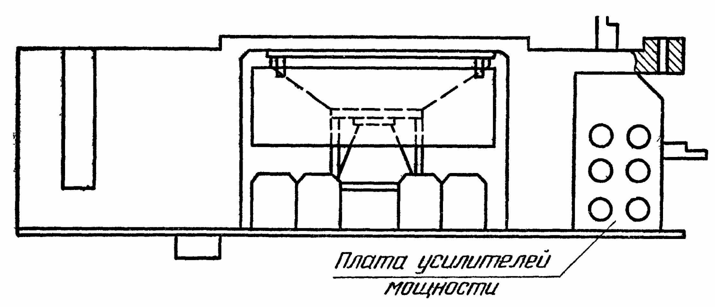


Рис. 5. Расположение печатной платы и платы усилителей мощности на шасси приемника

Усилители мощности собирают на отдельной плате размером 60×25×2 мм. Эту плату приклеивают к печатной плате радиоприемника и к шасси, как показано на рис. 5. На этом же рисунке показано расположение печатной платы на шасси радиоприемника.

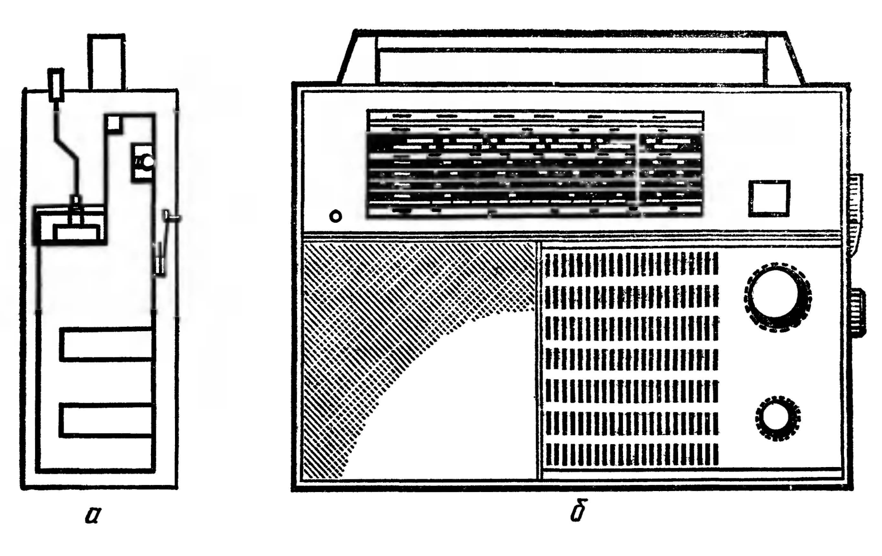


Рис. 6. Приемник с цветомузыкальным устройством: *а* — устройство кнопочного выключателя; *б* — внешний вид

Кнопочный выключатель питания сделан из выключателя от настольной лампы. Он крепится к блоку КПЕ, его расположение относительно элементов радиоприемника показано на рис. 6.

Настройка цветомузыкального устройства сводится к подбору оптимальных режимов всех каскадов и полос пропускания трех фильтров. Резистором *R1* устанавливают коллекторный ток транзистора *T1*, равный 0,3 мА, резистором *R4* подбирают коллекторный ток транзистора *T2*, равный 0,5—0,8 мА. Затем устанавливают коэффициент усиления фильтров одинаковым для всех трех каналов. Полосу пропускания фильтров подбирают при помощи резисторов *R10* и *R11*, вместо которых на время настройки ставят потенциометр. Наконец в режиме молчания приемника подбирают резистор *R12* таким образом, чтобы лампа *Л1* была на пороге загорания.

В заключение хочется отметить сравнительно небольшой потребляемый ток (50—60 мА при напряжении 9 В), который позволяет успешно использовать описанное устройство в переносных приемниках, имеющих источники питания большой емкости.

УСИЛИТЕЛЬ НЧ МОЩНОСТЬЮ 130 Вт

А. БАЕВ

Усилитель предназначен для работы в ансамбле электромузыкальных инструментов или высококачественного воспроизведения звука как от моно-, так и от стереофонических звукоснимателей, магнитофонов и радиоприемников. Он может использоваться и как квадрафонический при соответствующей расстановке и подключении звуковых колонок (см. «Радио», 1972, № 9, с. 36).

Большой запас мощности усилителя и широкие пределы регулировки уровня громкости позволяют использовать его для озвучивания помещений площадью от десятков до сотен квадратных метров и даже открытых площадей.

В комплект устройства входят усилитель НЧ и четыре звуковые колонки.

Усилитель содержит два одинаковых независимых усилительных канала; максимальная мощность каждого 65 Вт. Сопротивление нагрузки каждого канала 14 Ом. Полоса усиливаемых частот по электрическому тракту составляет 20—40 000 Гц при коэффициенте нелинейных искажений не более 0,6—0,8%, полоса эффективно воспроизводимых частот акустическими агрегатами 50—18 000 Гц. Чувствительность усилителя со входов *1* и *2* составляет 0,5—0,6 мВ, со входа *3*—20 мВ, со входа *4*—0,8 В. Общее количество входов восемь. Регулировка тембра раздельная: на частотах 40 Гц и 15 кГц, ±15 дБ.

Питается усилитель от сети переменного тока напряжением 220 В. Его размер 170×416×270 мм, масса 15 кг.

В каждой звуковой колонке номинальной мощностью 30 ВА установлено по шесть динамических головок 4ГД-28 и две 3ГД-31. Размер звуковых колонок 770×520×220 мм, масса 12 кг.

Принципиальная электрическая схема одного из двух каналов усилителя НЧ изображена на рис. 1 (блок питания общий для обоих каналов). Микрофонные усилители

собраны на транзисторах *Т1—Т4*. Для получения хорошего отношения сигнал/шум и высокого входного сопротивления их первые каскады собраны на полевых транзисторах. Каскады охвачены отрицательной обратной связью по току (через резисторы *R3* и *R13*), благодаря чему они обладают высоким входным сопротивлением во всем диапазоне рабочих частот. Для снижения выходного сопротивления первых каскадов ток истока выбран достаточно большим — около 0,8 мА. Несмотря на это, уровень шума на их выходах очень мал, так как шумы полевых транзисторов не зависят от тока в канале.

Со стоков транзисторов *Т1* и *Т3* сигналы поступают через разделительные конденсаторы *С2* и *С6* на вторые каскады усилителей, собранные на транзисторах *Т2* и *Т4*. Резисторы *R4, R6, R14* и *R16* являются элементами обратной связи, а резисторы *R4* и *R14*, кроме того, служат для подбора и стабилизации режима работы транзисторов. Переменные резисторы *R7* и *R17* служат для регулировки громкости сигналов, поступающих на микрофонные усилители.

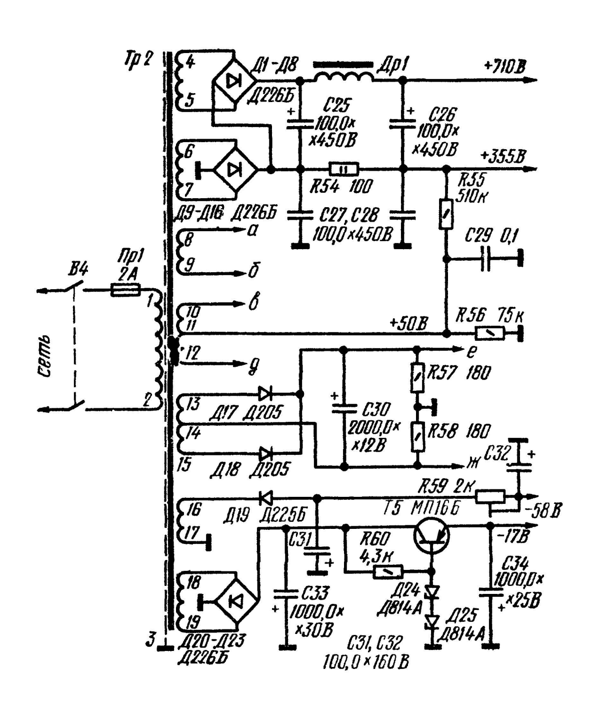
Третий каскад усилительного канала собран на лампе по обычной схеме усилителя на резисторах. Кроме сигналов с микрофонных усилителей, на управляющую сетку лампы третьего каскада может поступать сигнал со входа *3* от звукоснимателей электрогитар или электропроигрывающих устройств. Входное сопротивление со входа *3* выбрано большим (1,5 МОм) исходя из того, что пьезокерамические звукосниматели имеют большую отдачу в области низких частот при большом входном сопротивлении усилителя.

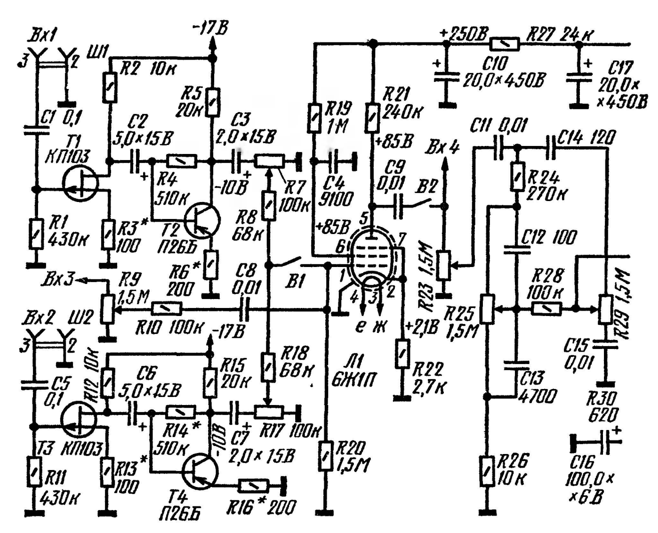
С нагрузки третьего каскада *(R21)* сигналы поступают на общий регулятор громкости *R23* и далее — на раздельные (по частотам) регуляторы тембра.

Выключатели *В1* и *В2* служат для отключения первых каскадов усилителя в тех случаях, когда на них не подаются сигналы. В противном случае наряду с полезным сигналом будут усиливаться и собственные шумы первых каскадов.

Ко входу *4* могут подключаться магнитофон, электроорган или радиоприемник.

После цепей регулировки тембра сигналы поступают



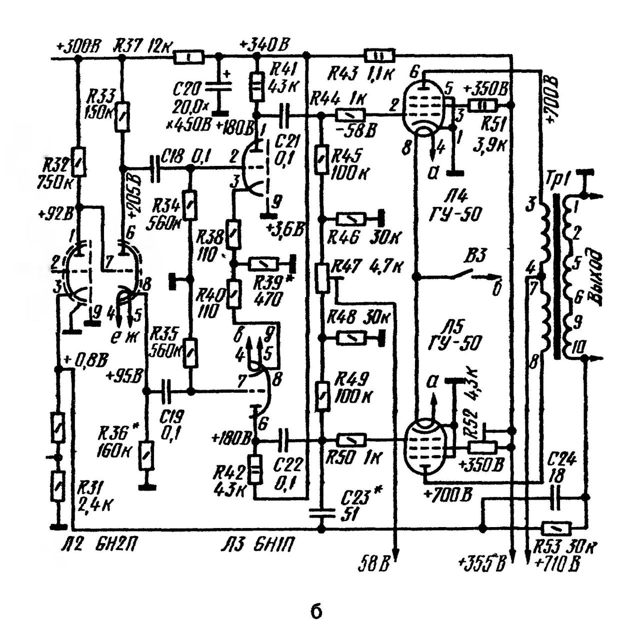


а

на четвертый каскад усиления, собранный на левом по схеме триоде лампы *Л2*. Его анод для улучшения частотной характеристики и устранения возможности самовозбуждения усилителя на ультранизких частотах (1—6 Гц) непосредственно подключен к сетке правого триода той же лампы. Корректирующая цепь *R31C16* служит для компенсации частотных искажений, вносимых переходными конденсаторами и резисторами утечки в цепях управляющих сеток ламп последующих фазоинверторного и выходного каскадов.

Для устранения фона переменного тока накальные нити ламп *Л1* и *Л2* питаются постоянным током, подаваемым с выпрямителя, собранного на диодах *Д17, Д18*. С этой же целью в цепь накала лампы *Л3* с делителя *R55, R56* подается положительное (относительно катода) напряжение 50 В.

После фазоинверторного каскада (*Л2*) сигналы усиливаются каскадом на лампе *Л3*. Сопротивления резисторов в анодных цепях триодов этой лампы выбраны так,



б

Рис. 1. Принципиальная схема усилителя

чтобы получить максимальное неискаженное напряжение на управляющих сетках выходных ламп.

Анодные цепи ламп *Л1, Л2, Л3* питаются через развязывающие фильтры *R27C10, R37C17* и *R43C20,* устраняющие фон переменного тока и предотвращающие паразитную связь между каскадами усилителя.

Оконечный каскад усилителя мощности собран по двухтактной схеме на лампах *Л4* и *Л5.* Смещение на управляющие сетки ламп оконечного каскада подается от отдельного выпрямителя, собранного на диоде *Д19.* Переменный резистор *R59* служит для установки величины напряжения смещения на управляющих сетках —58 В. При этом напряжении ток покоя каждой из выходных ламп составляет 40 мА. Переменный резистор *R47* предназначен для выравнивания напряжений смещения на управляющих сетках, а резистор *R52* — для установки напряжения на экранной сетке лампы *Л5*, равного напряжению на экранной сетке лампы *Л4.* Выключатель *В3* предназначен для отключения накала выходных ламп в тех случаях, когда не требуется одновременная работа обоих усилительных каналов.

Для снижения нелинейных искажений и выравнивания частотной характеристики последние четыре каскада усилителя охвачены глубокой отрицательной обратной связью. Ее сигнал подается со вторичной обмотки выходного трансформатора *Тр1* через резистор *R53* в цепь катода левого триода лампы *Л2.* Конденсаторы *С23* и *С24* устраняют возможное самовозбуждение усилителя на ультразвуковых частотах (40—200 кГц).

Конструктивные данные выходного трансформатора *Тр1* приведены в табл. 1 и на рис. 2. Он собран на магнитопроводе Ш24×57, окно 24×60 мм.

Таблица 1

Обмотка	Число витков	Провод
1—2	20	ПЭВ-2 1,25
3—4	1900	ПЭВ-2 0,31
5—6	40	ПЭВ-2 1,25
7—8	1900	ПЭВ-2 0,31
9—10	20	ПЭВ-2 1,25

Если усилитель будет использоваться с другими акустическими агрегатами, сопротивление звуковых катушек головок в которых существенно отличается от 14 Ом, следует определить новое число витков во вторичной обмотке выходного трансформатора по формулам:

$$n = 1{,}1\sqrt{\frac{R_н}{10\,000}},$$

$$w_2 = n \cdot 2100,$$

где n — коэффициент трансформации;
$R_н$ — сопротивление звуковых катушек, Ом,
w_2 — новое число витков вторичной обмотки трансформатора.

Данные сетевого трансформатора *Тр2* указаны в табл. 2.

Он выполнен на магнитопроводе Ш32×42, окно 32×
×80 мм.

Таблица 2

Обмотка	Число витков	Провод
1—2	800	ПЭВ-2 0,8
3	Один слой	ПЭЛШО 0,1
4—5	1030	ПЭВ-2 0,41
6—7	1030	ПЭВ-2 0,41
8—9	47	ПЭВ-2 1,25
10—11—12	11+12	ПЭВ-2 0,8
13—14—15	22+22	ПЭВ-2 0,51
16—17	190	ПЭВ-2 0,18
18—19	80	ПЭВ-2 0,29

Дроссель *Др1* содержит 900 витков провода ПЭВ-2 0,41, магнитопровод — Ш20×20.

Смонтирован усилитель на шасси из дюралюминия размером 400×260×55 мм. Сверху на шасси установлены лампы, трансформаторы и электролитические конденсаторы (рис. 3). Малогабаритные детали — транзисторы, диоды, резисторы и конденсаторы размещены в подвале шасси (рис. 4). Органы настройки усилителя установлены на передней панели. Корпус усилителя изготовлен из фанеры, фанерован и покрыт лаком. В шасси вокруг ламп ГУ-50, а также в нижней и верхней стенках

корпуса для вентиляции просверлены отверстия диаметром 5—6 мм.

При монтаже усилителя нужно стремиться к тому, чтобы соединительные провода были возможно короче, в основном монтировать детали на лепестках панелей ламп и переменных резисторов. Все заземляемые цепи усилителя желательно соединить с шасси в одной точке, лучше всего — около первой лампы.

Во избежание наводок переменного тока на входные лампы накальные цепи ламп ГУ-50 не заземляют.

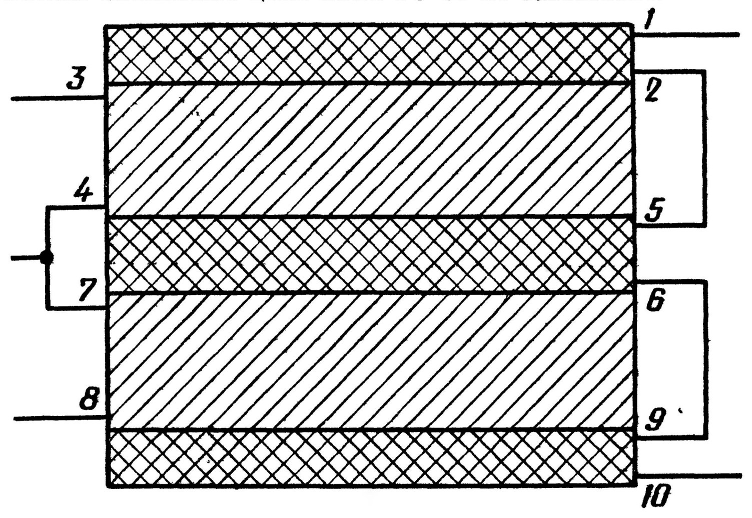


Рис. 2. Расположение обмоток выходного трансформатора

Для экранирования входных каскадов усилителя на дне корпуса закрепляют лист луженой жести, который соединяют с шасси. Входные каскады, собранные на транзисторах, в подвале шасси отгорожены металлическими стенками.

Для удобства переноски и расширения эксплуатационных возможностей усилителя к нему было изготовлено четыре звуковых колонки закрытого типа. К каждому усилительному каналу подключаются последовательно две колонки. Схема соединения головок в колонках показана на рис. 5. Все восемь головок устанавливают на передней панели колонки, взаимное размещение их показано на рис. 6. Хотя нижняя граничная частота, эф-

Рис. 3. Расположение деталей на шасси (вид сверху)

Рис. 4. Расположение деталей на шасси (вид снизу)

фективно воспроизводимая каждой головкой 4ГД-28, составляет 63 Гц, за счет увеличения (суммирования) площадей диффузоров, подъема частотной характеристики в усилителе на 15 дБ на частоте 40 Гц и большого запаса по мощности звуковые колонки эффективно воспроизводят частоты от 45—50 Гц.

Если большой выходной мощности не требуется, к каждому каналу можно подключать по одной звуковой

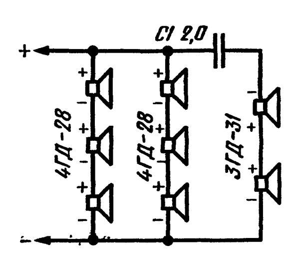


Рис. 5. Схема соединения динамических головок

колонке. Передние панели колонок изготовлены из фанеры толщиной 15 мм, боковые — 10 мм и задние стенки — 6 мм. Для выравнивания частотных характеристик и исключения излучения назад колонки заполнены ватой.

При воспроизведении стереофонических программ колонки, подключенные к одному усилительному каналу, ставят рядом, вплотную или одна на другую. Расстояние между парами выбирают в зависимости от помещения (3—6 м).

По окончании монтажа, не вставляя ламп, включают усилитель в сеть. При налаживании следует соблюдать меры безопасности, помня, что в усилителе применено высокое (+700 В) напряжение. После включения проверяют наличие напряжений на выходах выпрямителей, величины которых без ламп должны быть несколько выше указанных на схеме. Затем проверяют режимы работы транзисторов и, если они отличаются более чем на 20%, подбором соответствующих резисторов устанавливают требуемый режим.

Далее переменным резистором *R59* устанавливают максимальное отрицательное напряжение, подводимое к ламповым панелям ламп ГУ-50. Движок переменного резистора *R52* ставят в среднее положение. После этого вставляют лампы. Возможно, что после прогрева ламп

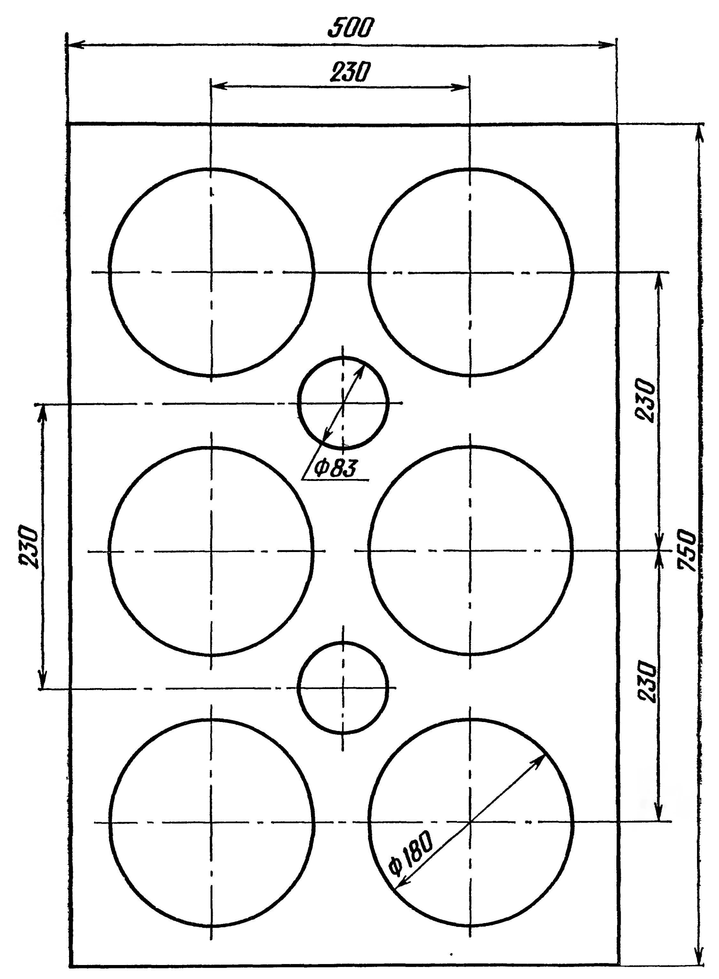


Рис. 6. Передняя панель акустической колонки

усилитель возбудится, тогда следует поменять местами выводы вторичной обмотки выходного трансформатора. Переменным резистором *R52* устанавливают на экранной сетке лампы *Л5* напряжение такой же величины, как на сетке лампы *Л4*. Резисторами *R59* и *R47* устанавливают на управляющих сетках ламп *Л4* и *Л5* напряжение 58 В (при этом напряжении анодный ток покоя каждой лампы

будет составлять 40 мА). Проверяют режимы остальных ламп.

В заключение проверяют отсутствие возбуждения усилителя на ультранизких и ультразвуковых частотах, для чего к выходу усилителя подключают вольтметр переменного тока или электронный осциллограф. Эту проверку проводят на холостом ходу усилителя (без нагрузки). В случае самовозбуждения на ультранизких частотах, его устраняют подбором номинала конденсатора *C16*, на ультразвуковых — подбором номинала конденсатора *C23*.

Если таким путем устранить самовозбуждение не удается, увеличивают сопротивление резистора обратной связи *R53*. При этом нужно помнить, что такое увеличение повышает нелинейные искажения и фон.

УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ СОВРЕМЕННОГО РАДИОКОМПЛЕКСА

(по материалам зарубежных источников)

В. ДЮКОВ

Радиокомплексы класса Hi-Fi состоят обычно из ряда функциональных частей, большинство из которых имеет свои источники питания. Магнитофоны часто снабжают еще и собственными усилителями мощности. Однако если магнитофон считается относящимся к классу Hi-Fi, то это еще означает, что все его части, включая усилитель мощности и встроенные громкоговорители, отвечают высоким требованиям. Многие магнитофоны класса Hi-Fi, например «*Philips*-4407», «*Grundig* ТК-248», имеют оконечные усилители с выходной мощностью 2×4 Вт при коэффициенте нелинейных искажений до 10%. Очевидно, что с таким усилителем магнитофон не может обеспечить высококачественное звуковоспроизведение.

Большая часть современных радиокомплексов класса Hi-Fi представляет собой стереофонические устройства. Типичная структурная схема подобного радиокомплекса приведена на рис. 1. Используемые при всех видах работы линейные предварительные усилители и усилители

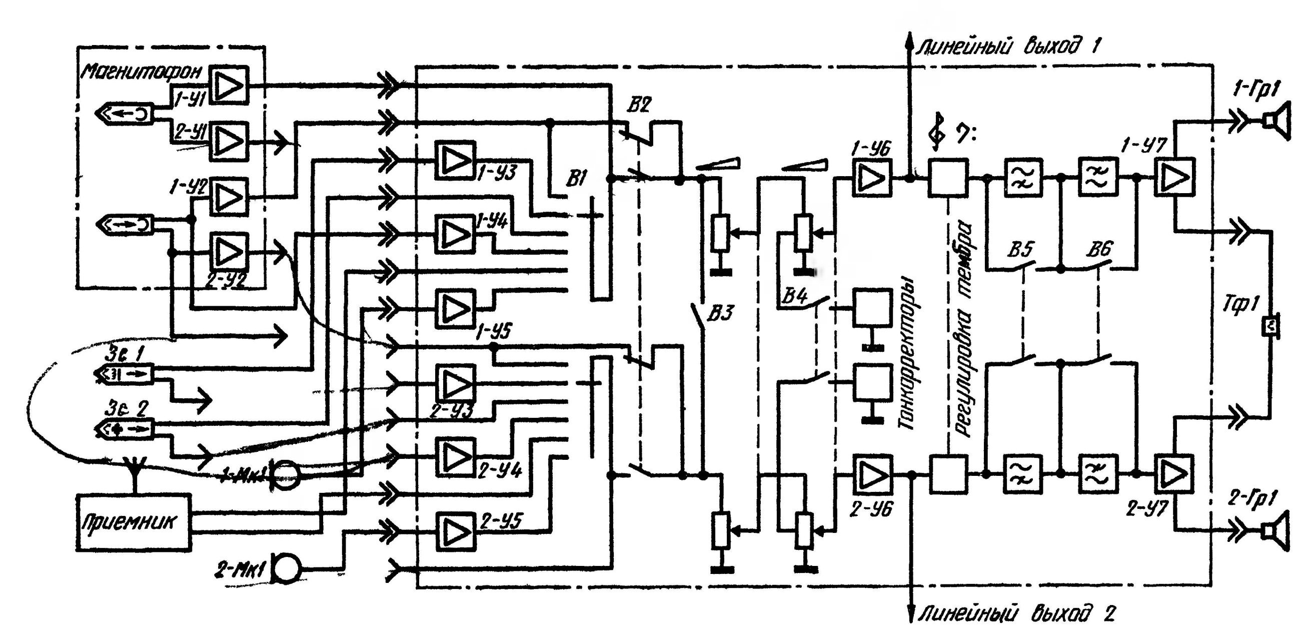


Рис 1. Структурная схема стереофонического радиокомплекса

мощности с акустическими системами здесь обозначены соответственно *1-У6, 2-У6, 1-У7, 2-У7, 1-Гр1* и *2-Гр1* *. На входы предварительных усилителей включены регуляторы громкости, а между предварительными усилителями и усилителями мощности расположены регуляторы тембра и частотные фильтры, о назначении которых будет сказано ниже. Источниками входных сигналов могут быть радиовещательный приемник с диапазоном УКВ, содержащий стереодекодер, магнитофон с встроенными раздельными усилителями записи *1-У1, 2-У1* и воспроизведения *1-У2, 2-У2*, магнитный *(Зс1)* и пьезоэлектрический *(Зс2)* звукосниматели стереофонического электропроигрывателя.

Дополнительно (в редких случаях) имеются входы с микрофонов *1-Мк1* и *2-Мк1*. Некоторые источники сигналов имеют дополнительные предварительные усилители. Так, например, сигналы с магнитного звукоснимателя *Зс1* проходят через корректирующие усилители *1-У3* и *2-У3*. При наличии микрофонов добавляются усилители *1-У5* и *2-У5*.

Сигнал каждого из источников с помощью переключателя рода работы *В1* можно по желанию скоммутировать на входы общих в системе предварительных усилителей *1-У6* и *2-У6* или на магнитофон для записи.

Если магнитофон имеет раздельные головки и усилители записи и воспроизведения, качество записи на магнитную ленту можно контролировать во время самой записи, то есть осуществлять так называемый мониторинг. В этом случае на входы усилителей *1-У6* и *2-У6* поступают сигналы с выходов усилителей магнитофона *1-У2* и *2-У2*, а сигнал со звукоснимателя граммофонного проигрывателя подается на записывающую головку магнитофона. На схеме положения переключателей *В1* и *В2* соответствуют данному случаю.

Чтобы основные усилители могли работать практически с любыми источниками входных сигналов, естественно, требуется хорошее согласование входной чувствительности усилителей с уровнями сигналов на выходах разных источников, а также соответствующих входных и

---

* Элементы, относящиеся к левому каналу, имеют на схеме обозначения, начинающиеся с цифры *1*, а к правому каналу — с цифры *2*.

выходных сопротивлений. Если это требование не выполняется, то при подаче на вход усилителя источника того или иного сигнала нельзя получить одинаковую громкость звуковоспроизведения и после каждого переключения приходится манипулировать регулятором громкости.

В ряде стран существуют стандарты, устанавливающие нормы входной чувствительности усилителей и уровней сигналов, вырабатываемых источниками, однако линейные входы усилителей нередко имеют чувствительность больше требуемой, а магнитофоны создают на соответствующих выходах бóльшие напряжения, чем рекомендуются нормами. За счет имеющегося обычно запаса по максимально допустимым значениям входных напряжений сигнал не претерпевает нелинейных искажений, однако проводить запись в этих случаях все же неудобно. Так, например, если на магнитофон с универсальной головкой ведется запись от проигрывателя с пьезоэлектрическим звукоснимателем, то сигнал поступает с головки на входы усилителей магнитофона (см. структурную схему), а для контроля качества произведенной записи ее прослушивают, подключая магнитофон к тому же входу усилителя. Но так как при этом на усилитель поступает сигнал с большим уровнем, то оператору приходится уменьшать громкость до первоначального уровня, чтобы удобнее было сравнивать запись с оригиналом на слух. Однако при этом тонкоррекция усилителя, связанная обычно с регулятором громкости, оказывается измененной, и произведенная запись по сравнению с оригиналом звучит более глухо (за счет подчеркивания низших частот), хотя она выполнена вполне нормально. Приведенный пример иллюстрирует желательность хорошего согласования усилителя с источниками входных сигналов по чувствительности и объясняет тот факт, что в некоторых усилителях тонкоррекция отключается (с помощью выключателя *В4*).

Наряду с эффективными регуляторами тембра в усилительных трактах нередко применяют фильтры верхних и нижних частот. Фильтр нижних частот рекомендуется включать при прослушивании «шипящих» грампластинок, а верхнечастотный — для подавления шумов, вызываемых работой некачественного механизма проигрывающего устройства. Применение этих фильтров вполне оправдано, так как они резко обрезают только крайние

участки полосы пропускания усилителя, тогда как регуляторы тембра деформируют всю частотную характеристику. Выключатели упомянутых фильтров на структурной схеме обозначены соответственно *В5* и *В6*.

Имеющаяся тенденция к увеличению глубины регулировки тембра также вполне оправдана, так как отдача акустических систем на низших и высших частотах различна, а восприимчивость слушателей к звукам различных частот не одинакова.

Технические качественные характеристики усилителей НЧ в последние годы значительно улучшились и обычно превосходят минимальные требования, установленные для бытовой аппаратуры класса Hi-Fi нормами стандарта ФРГ DIN 45500, которых придерживается большинство европейских фирм. Основные из них приведены в таблице. Они сравнимы с нормами ГОСТ СССР на звуковоспроизводящую аппаратуру высшего и первого классов. Однако в нормах DIN имеются некоторые пробелы. Два усилителя, полностью отвечающие этим нормам, при подключении к идентичным источникам сигнала и акустическим системам могут не обеспечить одинаковую «музыкальность» звуковоспроизведения. Это объясняется прежде всего нечеткостью формулировок отдельных положений и отсутствием нормы на реакцию усилителя на прямоугольный импульс. Большинство зарубежных фирм наряду с шириной полосы пропускания в описаниях усилителей указывают зависимость выходной мощности от частоты, что более четко характеризует реальные частотные возможности усилителя.

Качественные показатели современных усилителей по основным параметрам превосходят нормы DIN 45500, приведенные в таблице. В частности, имеет место тенденция к повышению номинальной выходной мощности усилителей. Это объясняется следующими обстоятельствами. Динамический диапазон такого распространенного объекта звукозаписи, как симфонический оркестр, с учетом фона зрительного зала превосходит обычно 50 дБ. Однако звуки максимальной интенсивности бывают редкими и кратковременными. Чтобы обеспечить неискаженное воспроизведение «фортиссимо» большого симфонического оркестра, который способен развить мощность около 70 акустических ватт, нужно создать усилитель с большим запасом мощности. Если принять

Параметры усилителей	Значения параметров	Условия измерений
Переходное затухание между каналами на частоте 1 кГц, не менее	40 дБ	На вход одного канала подают максимально допустимое напряжение, к входу другого канала подключают эквивалентное сопротивление нагрузки
То же, в диапазоне частот 250 Гц — 10 кГц, не менее	30 дБ	
Переходное затухание между входами каналов на частоте 1 кГц, не менее	50 дБ	На вход одного канала подают максимально допустимое напряжение, вход другого подключают к нагрузке, эквивалентной выходному сопротивлению соответствующего источника сигнала
То же, в диапазоне частот 250 Гц — 10 кГц	40 дБ	
Коэффициент взаимомодуляции сигналов с частотами 250 Гц и 8 кГц, не более	3%	При номинальной выходной мощности и соотношении уровней входных сигналов с указанными частотами 4:1
Рассогласование между каналами в диапазоне частот 250 Гц — 6,3 кГц, не более	3 дБ	При входном напряжении на 6 дБ меньше необходимого для получения номинальной выходной мощности
То же, при наличии регулировки баланса в пределах 8 дБ, не более	6 дБ	
Фактор демпфирования громкоговорителей акустической системы, не менее	3	Определяется как отношение сопротивления нагрузки к выходному сопротивлению усилителя в диапазоне частот 40 Гц — 12,5 кГц
Ширина полосы пропускаемых частот	40 Гц — 16 кГц	При уровне входного сигнала на 6 дБ меньшем необходимого для достижения номинальной выходной мощности
Неравномерность частотной характеристики с линейных входов, не более	±1,5 дБ	
То же, со входов трактов, в которых производят частотную коррекцию	±2 дБ	
Номинальная выходная мощность в системе «моно», не менее	10 Вт	В течение 10 мин на вход подают синусоидальный сигнал частотой 1 кГц с коэффициентом нелинейных искажений менее 1%
То же, в системе «стерео»	2 × 6 Вт	

Параметры усилителей	Значения параметров	Условия измерений
Коэффициент нелинейных искажений предусилителей в диапазоне частот 40 Гц — 4 кГц и всего тракта усиления в диапазоне частот 40 Гц — 125 кГц, не более	1%	Коэффициент нелинейных искажений предусилителей измеряют при максимально допустимом входном напряжении, а всего тракта усиления — при выходной мощности от номинальной до меньшей на 20 дБ
Динамический диапазон предусилителей и усилителей мощности, не у́же	50 дБ	Измеряют при положениях регулятора громкости, соответствующих изменению выходной мощности от максимальной до 100 мВт (2 × 50 мВт в стереосистеме). Уровень шума измеряют в диапазоне частот 31,5 Гц — 20 кГц

КПД акустической системы, равным 5%, потребуется электрическая мощность 1,4 кВт. Очевидно, что в жилых домах нецелесообразно воспроизводить звучание симфонического оркестра с громкостью, эквивалентной уровню звука в первых рядах концертного зала, хотя технически это вполне возможно. Практически достаточно, если звуковоспроизводящая стереосистема бытового применения имеет электрическую выходную номинальную мощность в каждом канале, равную 6 Вт.

Потребность в увеличении выходных мощностей усилителей возникла также в связи с тенденцией к миниатюризации акустических систем. Сильное акустическое демпфирование с целью выравнивания частотной характеристики системы уменьшает ее отдачу. Для компенсации потерь повышают подводимую электрическую мощность.

Существенный параметр усилителя — фактор электрического демпфирования громкоговорителей акустической системы — уменьшается при снижении выходного сопротивления усилителя, то есть с увеличением его выходной мощности. Следовательно, для улучшения электрического демпфирования громкоговорителей целе-

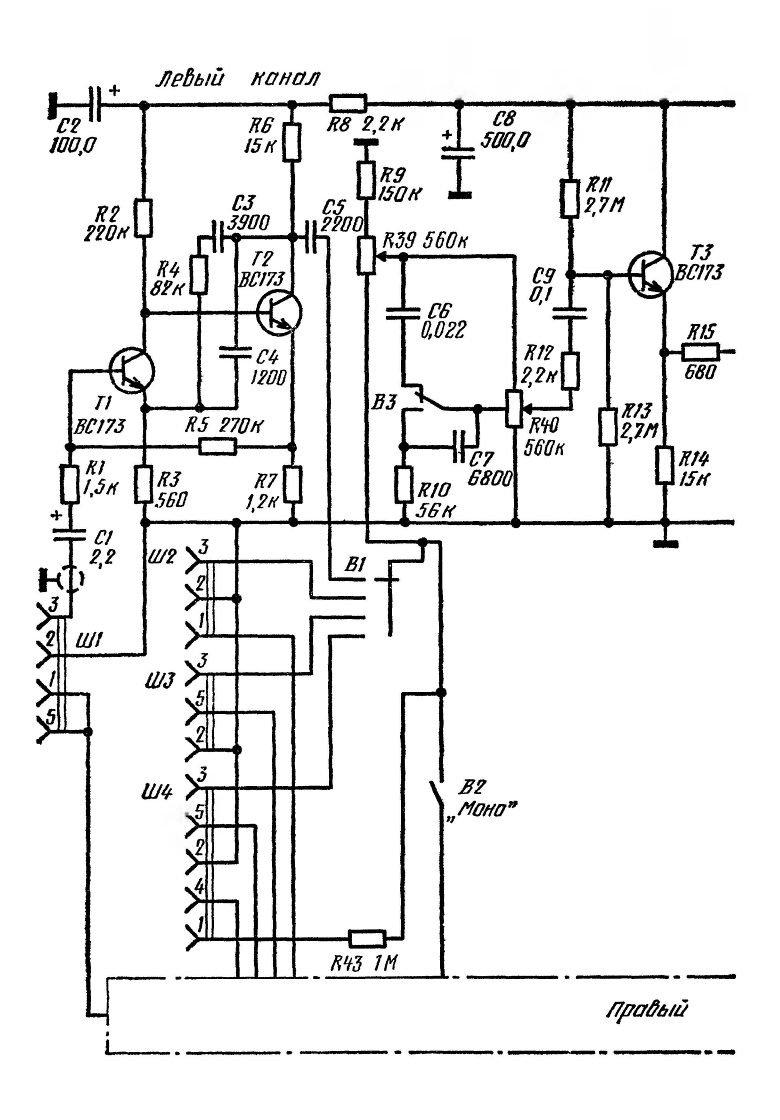
сообразно применение усилителя с мощностью, которая не будет полностью использоваться.

Наряду с ростом выходной мощности наблюдается тенденция к расширению полосы пропускаемых частот. Различные фирмы выпускают усилители с верхней границей полосы 40—50 и даже 100 кГц. Некоторое расширение полосы пропускания за пределы диапазона чувствительности уха повышает стабильность действия обратной связи в диапазоне воспринимаемых частот и способствует улучшению воспроизведения коротких звуков.

.Из числа других характеристик усилителя, предусмотренных нормами DIN, заслуживает внимания коэффициент взаимомодуляции, характеризующий в определенной мере влияние нелинейности усилительного тракта на амплитудную модуляцию верхних частот нижними при одновременной их подаче на вход. Взаимомодуляция часто более заметна на слух, чем нелинейные искажения, причем если коэффициент нелинейных искажений усилителя приемлем, то это еще не гарантирует достижение достаточно удовлетворительного значения коэффициента взаимомодуляции. В нормах DIN предусмотрено измерение последнего путем подачи на вход усилителя колебаний с частотами 250 Гц и 8 кГц с соотношением по напряжению 4 : 1. Выделяя фильтром на выходе верхнюю частоту, по степени ее модуляции судят о коэффициенте взаимомодуляции.

Некоторые усилители имеют электронные устройства, предотвращающие выход из строя оконечных каскадов при случайных перегрузках и коротком замыкании. С целью повышения надежности усилителей используют кремниевые транзисторы и интегральные схемы.

В качестве примера на рис. 2 приведена принципиальная схема отвечающего нормам DIN 45500 усилителя «*Dual CV-20*». Это, пожалуй, один из наиболее простых усилителей класса Hi-Fi: в нем нет отключаемых фильтров нижних и верхних частот, он не дает возможности осуществлять «мониторинг». На рисунке: *R39* — регулятор стереобаланса; *R40* — регулятор громкости; *R41, R42* — регуляторы тембра; *B1* — переключатель рода работы; *B2* — выключатель, запараллеливающий левый и правый каналы; *B3* — переключатель тонкоррекции регулятора громкости; *B4* — выключатель питания; *B5* — переключатель напряжения сети.


Левый канал
C2
100,0
R6
15 к
R8 2,2 к
C8
500,0
R9
150 к
R11
2,7 М
R2
220 к
C3
3900
C5
2200
R39 560 к
T3
BC173
R4
82 к
T2
BC173
C9
0,1
C6
0,022
C4
1200
R15
680
R12
2,2 к
B3
T1
BC173
R5 270 к
R40
560 к
R13
2,7 М
C7
6800
R14
15 к
R1
1,5 к
R3
560
R7
1,2 к
R10
56 к
C1
2,2
Ш2
B1
Ш1
Ш3
Ш4
B2
„Моно"
R43 1М
Правый

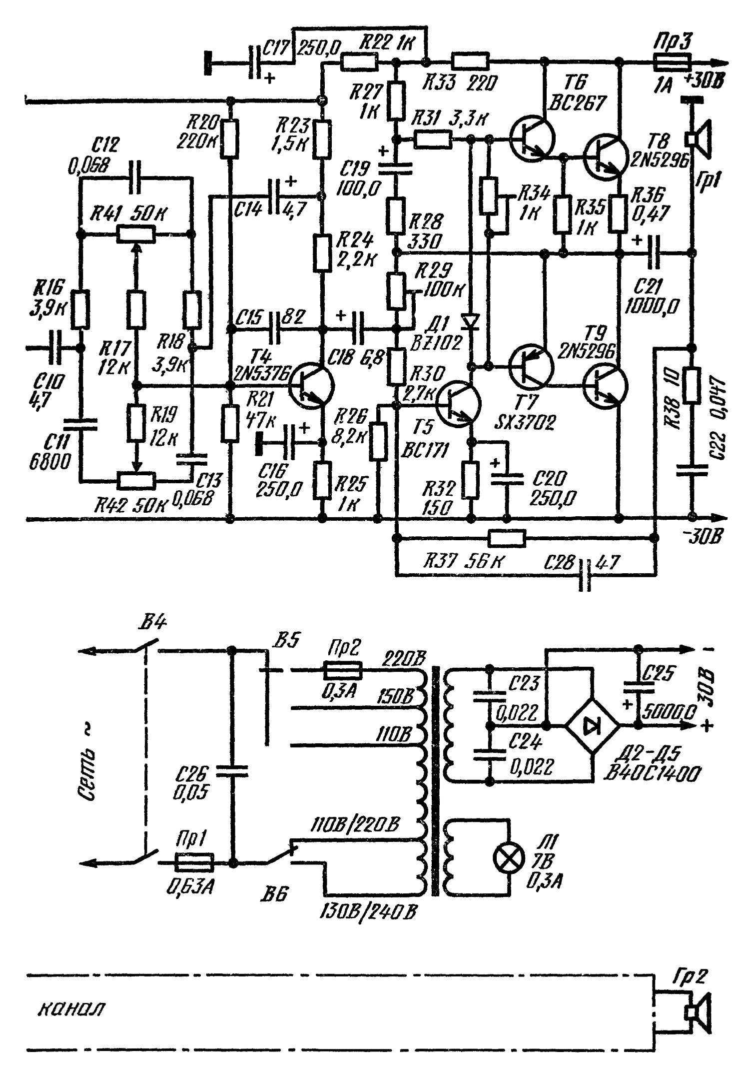


Рис. 2. Принципиальная схема усилителя «*Dual CV-20*»

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕРИОГРАФ

В. АНДРИАНОВ, Е. КВАШНИН, В. ФРОСТ

Статические характеристики электронных приборов можно снимать двумя способами. Самым простым и наиболее распространенным является способ снятия статических характеристик на постоянном токе по точкам. Второй способ — осциллографический, при котором используется специальный прибор — характериограф.

Несмотря на высокую точность, первый способ имеет серьезные недостатки: длительность процесса измерений и необходимость последующей кропотливой обработки результатов, ограниченная возможность исследования областей характеристик, в которых мощность рассеяния превышает допустимую (например, области пробоя транзисторов). Поэтому для оперативной оценки качества электронных приборов, когда точность измерения не играет большой роли, предпочтительнее использовать характериограф, позволяющий наблюдать на экране осциллографа семейство статических характеристик. Наглядность и оперативность осциллографического метода имеют особенно большое значение при использовании характериографа в учебных целях. Он позволяет быстро снимать статические характеристики для различных типов электронных приборов, различных схем их включения, при наличии некоторых дефектов конструкции и технологии изготовления.

Авторами разработан и изготовлен универсальный характериограф, позволяющий снимать сеточные, анодно-сеточные, анодные характеристики и характеристики двойного управления электронных ламп, характеристики полупроводниковых диодов, входные характеристики биполярных транзисторов, выходные характеристики и характеристики прямой передачи биполярных и полевых транзисторов. Прибор позволяет исследовать биполярные транзисторы как *p-n-p*, так и *n-p-n* структур, а полевые транзисторы — с каналами *n* и *p* типов.

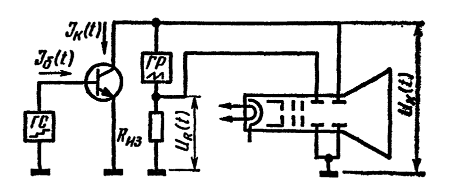


Рис. 1. Схема устройства для снятия выходных характеристик транзисторов

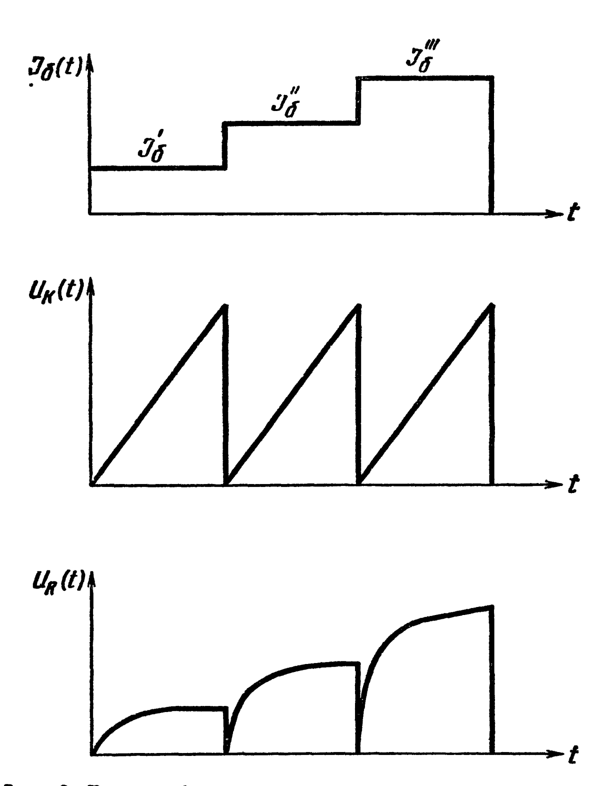


Рис. 2. Временные диаграммы тока базы $I_б$, напряжения на коллекторе $U_к$ и резисторе U_R при снятии выходных характеристик транзисторов

Принцип осциллографирования статических характеристик рассмотрим на примере снятия выходных характеристик транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Эта характеристика представляет собой зависимость тока коллектора $I_к$ от напряжения между коллектором и эмиттером $U_к$ при постоянном токе базы $I_б$. Схема для снятия выходных характеристик транзистора изображена на рис. 1. При изменении коллекторного напряжения $U_к(t)$, которое обеспечивает генератор развертки *ГР*, и постоянном токе базы $I_б$ соответственно изменяется ток коллектора $I_к(t)$. В коллекторную цепь транзистора включен измерительный резистор $R_{из}$, падение напряжения на котором пропорционально коллекторному току:

$$U_к(t) = R_{из} \cdot I_к(t).$$

Сопротивление этого резистора выбирается много меньшим выходного сопротивления транзистора, что легко выполнимо. Подав напряжение $U_к(t)$ на пластины горизонтального отклонения осциллографа, а напряжение $U_R(t)$ — на пластины вертикального отклонения, получим одну выходную характеристику транзистора. Если в следующий период изменения напряжения $U_к(t)$ поддерживать постоянным другое значение тока базы $I_б$, то получим другую выходную характеристику. Для получения семейства выходных характеристик транзистора необходимо иметь ряд значений — ступеней токов базы $I_б'$, $I_б''$, $I_б'''$ (рис. 2). Ступенчатый ток базы обеспечивает генератор ступеней *ГС*.

Структурная схема универсального характериографа приведена на рис. 3. Здесь *ГР* — генератор развертки, *ГС* — генератор ступеней (они могут быть генераторами напряжения или тока, в зависимости от типа снимаемых характеристик), *КУ* — коммутирующее устройство, с помощью которого можно оперативно создавать схемы для снятия необходимой характеристики исследуемого электронного прибора. В качестве индикатора используется осциллограф *Осц*.

Закон изменения развертывающего напряжения (тока) не влияет на форму снимаемых характеристик, поэтому в генераторе развертки можно использовать импульсы, получаемые из напряжения сети. Это позво-

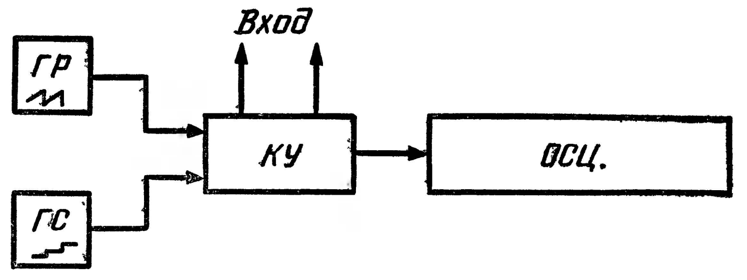


Рис. 3. Структурная схема универсального характериографа

Рис. 4. Временные диаграммы напряжений питания $U_{п}$, развертки $U_{р}$, групп управляющих импульсов U_1—U_4 и ступеней $U_{с}$

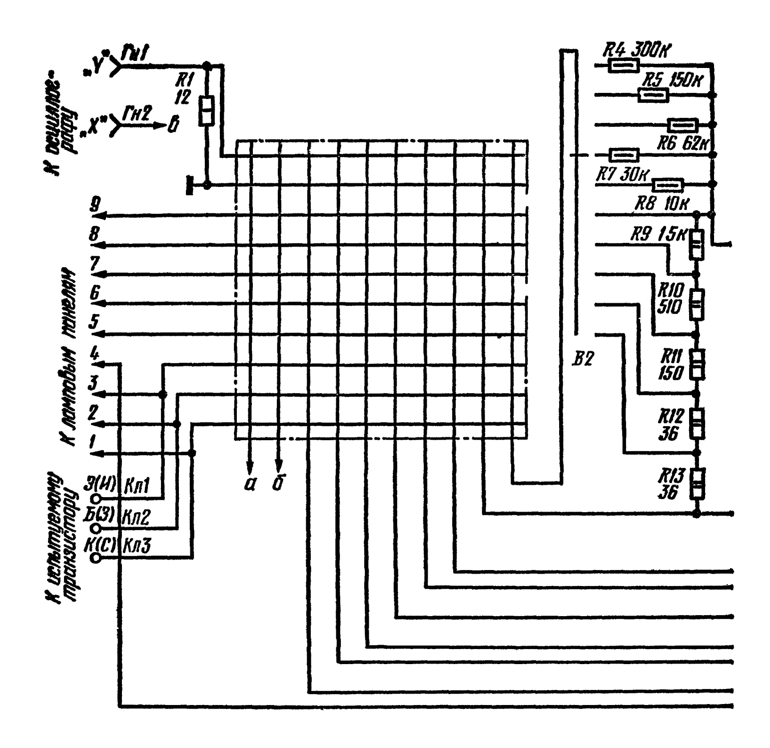
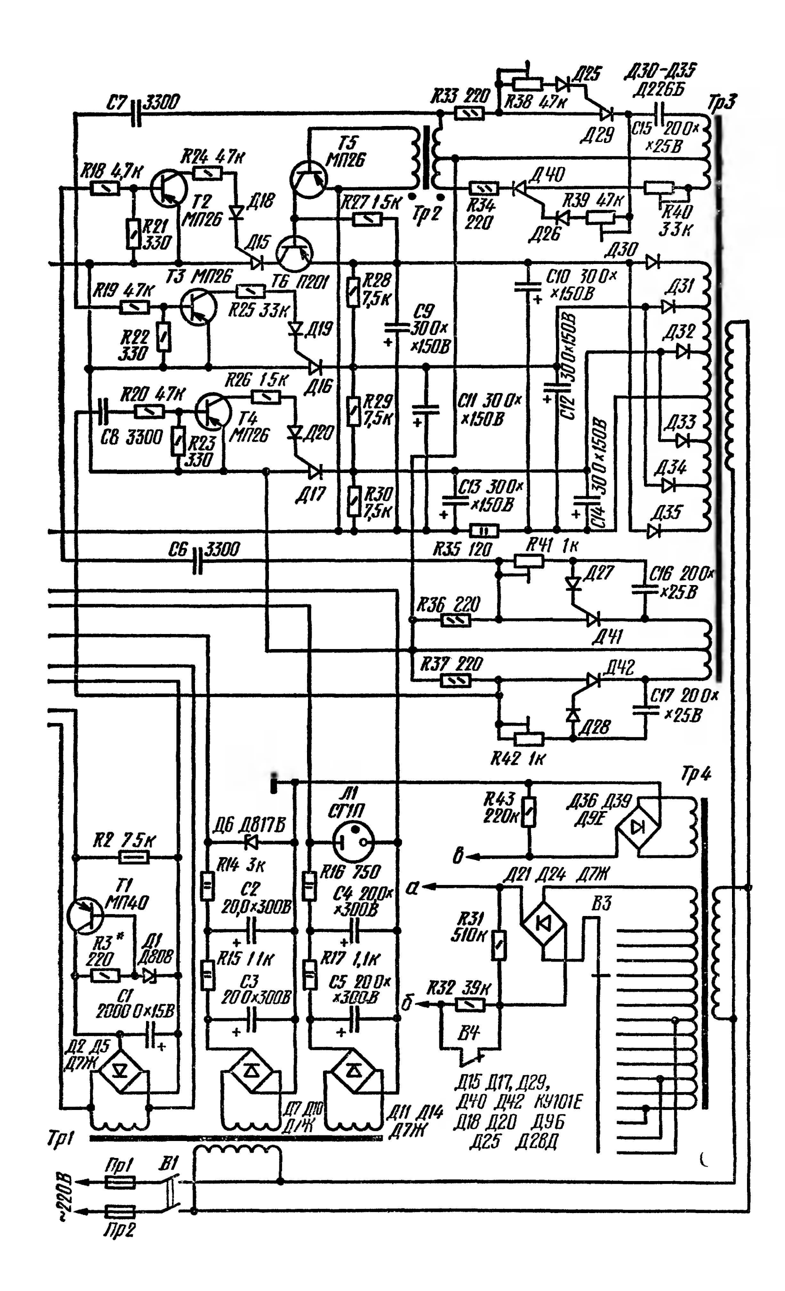


Рис 5. Принципиальная схема универсального характериографа

ляет легко обеспечить требуемую мощность и достаточно просто осуществить регулировку амплитуды развертки. Генератор ступеней целесообразно выполнять на тринисторных ключах. Применение тринисторов позволяет получить достаточную мощность ступеней.

На рис. 4 показаны временны́е диаграммы напряжений питания $U_п$, развертки $U_р$ и ступеней U_c. При использовании в качестве развертывающего напряжения косинусоидальных импульсов число ступеней целесообразно выбрать равным четырем ($U_1 - U_4$ на рис. 4). Тогда передний и задний фронты развертывающего импульса соответствуют двум различным ступеням, и при прямом и обратном движении луча на экране осциллографа вычерчиваются две различные статические характеристики.


C7 3300
R33 220
R38 47к
Д25
Д30-Д35
Д226Б
Тр3
Д29
C15 200×
×25В
T5
МП26
R24 47к
R18 4,7к
T2
МП26
Д18
R21
330
Д15
T6 П201
R27 1,5к
Тр2
R34
220
Д40
R39 47к
R40
3,3к
Д26
Д30
T3 МП26
R19 47к
R25 33к
R28
7,5к
C9
300×
×150В
C10 300×
×150В
Д31
R22
330
Д19
Д32
Д16
R29
7,5к
C11 300×
×150В
C12 300×150В
R20 47к
R26 1,5к
T4
МП26
C8 3300
R23
330
Д20
Д33
Д34
Д17
R30
7,5к
C13 300×
×150В
C14 300×150В
Д35
R35 120
C6 3300
R41 1к
Д27
C16 200×
×25В
R36 220
Д41
R37 220
Д42
C17 200×
×25В
Д28
R42 1к
Л1
СГ1П
R43
220к
Д36-Д39
Д9Е
Тр4
в
Д6 Д817В
R14 3к
R16 750
C2
20,0×300В
C4 20,0×
×300В
а
Д21-Д24 Д7Ж
В3
R2 7,5к
T1
МП40
R31
510к
R3*
220
Д1
Д808
R15 1,1к
C3
20,0×300В
R17 1,1к
C5 20,0×
×300В
б
R32 39к
C1
2000,0×15В
В4
Д2-Д5
Д7Ж
Д7-Д10
Д7Ж
Д11-Д14
Д7Ж
Д15-Д17, Д29,
Д40-Д42 КУ101Е
Д18-Д20 Д9Б
Д25-Д28Д
Тр1
Пр1
В1
~220В
Пр2

Принципиальная схема универсального характериографа приведена на рис. 5. Генератор напряжения развертки состоит из двухполупериодного выпрямителя без фильтра, включающего в себя трансформатор с отводами *Тр4* и мост на диодах *Д21—Д24*. С помощью переключателя *В3* изменяется амплитуда развертывающего напряжения, подаваемого на исследуемый электронный прибор через коммутирующее устройство. Режим генератора тока осуществляется последовательным включением резистора *R32*.

Для упрощения калибровки осциллографа по оси *«X»* развертывающее напряжение подается на него от отдельного выпрямителя на диодах *Д36—Д39*. Это дает также возможность растянуть начальный участок характеристик, так как напряжение развертки, подаваемое на испытуемый прибор, может быть минимальным, а размер изображения по горизонтали при этом остается постоянным и не ограничивается чувствительностью осциллографа по входу *«X»*.

Генератор ступеней представляет собой блок постоянных напряжений, которые коммутируются с помощью тринисторных ключей *Д15—Д17* на общую нагрузку. Этой общей нагрузкой является делитель *R9—R13*. Для получения постоянных напряжений используются двухполупериодные выпрямители на диодах *Д30—Д35* с *RC* фильтром *R35*, *C9—C14*. Для управления ключами служит специальное устройство, на которое подается переменное напряжение от силового трансформатора *Тр3* генератора ступеней. С помощью тринисторов *Д18—Д20* и вспомогательных цепочек *R38—R42*, *C15—C17*, *Д25—Д28* получаются четыре сдвинутых друг относительно друга группы управляющих импульсов U_1, U_2, U_3, U_4 (см. рис. 4).

Управляющие импульсы после дифференцирования поступают на базы транзисторов *Т2—Т4*, с помощью которых происходит включение тринисторов соответствующих ступеней. При включении ключа следующей ступени тринистор предыдущей ступени автоматически выключается напряжением обратной полярности. Выключению первой ступени нулевого напряжения соответствует выключение ключа четвертой ступени *(Д15)*. Для этого последовательно с ним соединен транзистор *Т6* с

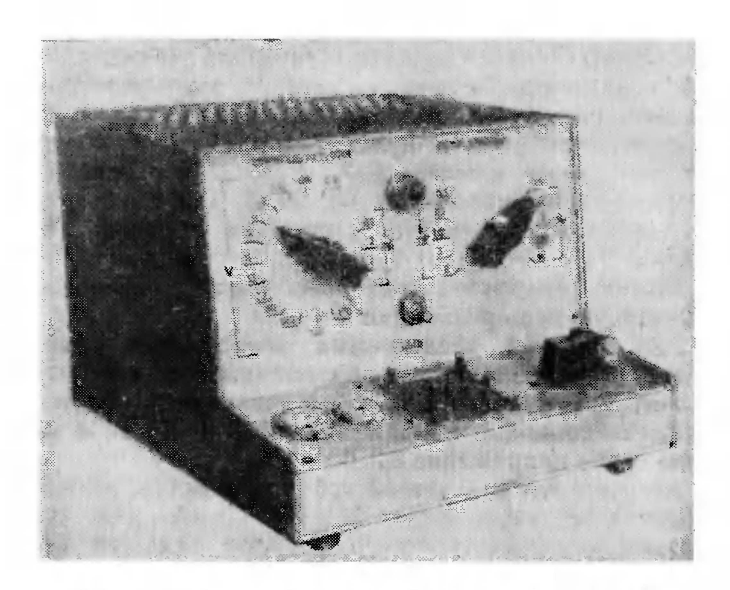
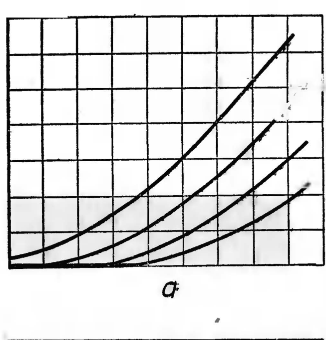
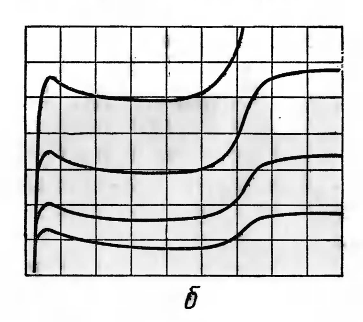


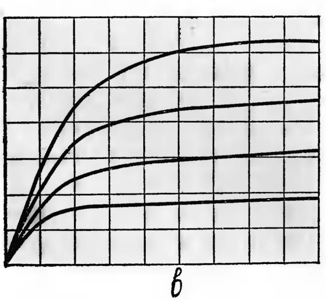
Рис. 6. Внешний вид универсального характериографа



а



б



в

Рис. 7. Статические характеристики, снятые с помощью универсального характериографа и осциллографа С1-1: *а* — анодно-сеточная характеристика триода 6С32Б; *б* — анодная характеристика пентода 6Ж4П в тетродном включении; *в* — выходная характеристика полевого транзистора КП103

усилителем тока на транзисторе *Т5*. Управляющим импульсом U_4 через дифференцирующий трансформатор *Тр2* транзистор *Т6* кратковременно закрывается. При этом тринистор *Д15* выключается, и напряжение ступени становится равным нулю. Таким образом, поочередное включение ключей *Д17, Д16, Д15* обеспечивают четыре напряжения: 0, 30, 60, 90 В. С помощью переключателя *В2* изменяется амплитуда ступеней на выходе.

Режим генератора тока обеспечивается включением в выходную цепь резисторов *R4—R9*.

Для питания исследуемых электронных приборов служит блок вспомогательных напряжений, который содержит три выпрямителя, обеспечивающих постоянные стабилизированные напряжения 8, 80 и 150 В, а также переменное напряжение 6,3 В.

Коммутирующее устройство представляет собой координатный соединитель 10×10. Схема для снятия характеристик электронного прибора задается перфокартой.

Универсальный характериограф имеет следующие пределы изменения напряжений и токов. Генератор развертки: амплитуда выходного напряжения — 0,4; 0,8; 1,4; 2; 6; 9; 11; 13; 22; 80; 100; 120; 170 В; амплитуда выходного тока — 0,2; 2; 4 мА. Генератор ступеней: амплитуда ступеней напряжения — 1,5; 3; 9; 30; 90 В; амплитуда ступеней тока — 0,3; 0,6; 1,5; 3; 9 мА.

Конструктивно характериограф выполнен в виде настольного прибора (рис. 6). Каркас изготовлен из дюралюминиевых уголков и обшит листовым дюралюминием толщиной 1 мм. Лицевая панель состоит из двух частей: вертикальной и горизонтальной. На вертикальной расположены переключатели *В2* и *В3*, тумблер сети *В1* и индикаторная лампа. На горизонтальной — две ламповые панели (семиштырьковая и девятиштырьковая), трехконтактный зажим для подключения транзисторов и полупроводниковых диодов, а также координатный соединитель. Гнезда *Гн1* и *Гн2* для подключения осциллографа расположены на задней панели характериографа. Габариты прибора 220 × 150 × 260 мм.

Примеры статических характеристик, снятых с помощью универсального характериографа и осциллографа С1-1, показаны на рис. 7.

ПРОСТЕЙШИЕ ИЗМЕРИТЕЛИ L И С

А. ПИЛТАКЯН

С помощью описываемых ниже простейших устройств можно измерять емкости и индуктивности в любительских условиях. Измерение производится при резонансе методом замещения с использованием образцового конденсатора переменной емкости.

На рис. 1 показана схема измерителя на транзисторе. При определенной настройке контура *L1C1* происходит самовозбуждение генератора на частоте кварца *Пэ1*.

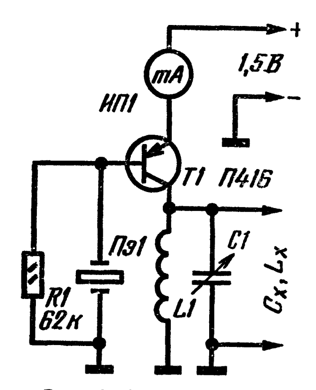


Рис. 1. Схема измерителя на транзисторе

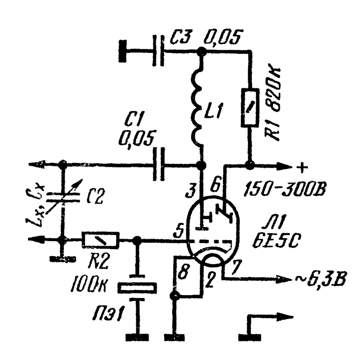


Рис. 2. Схема измерителя на лампе 6Е5С

При этом показания миллиамперметра *ИП1,* включенного в цепь эмиттера, резко спадают. Резистор *R1* включен для обеспечения необходимого режима работы транзистора по постоянному току.

Индуктивность катушки *L1* подбирают такой, чтобы генерация возникала при наибольшей емкости переменного конденсатора *С1.* Конденсатор снабжен шкалой с делениями и стрелкой, указывающей положение роторных пластин.

Если параллельно *С1* присоединить конденсатор с неизвестной емкостью, не превышающей наибольшую емкость переменного конденсатора, произойдет срыв колебаний генератора, и ток эмиттера транзистора резко возрастет. Для повторного получения генерации

потребуется изменить емкость переменного конденсатора. Следя за показаниями микроамперметра, необходимо добиться нового резкого спада тока, свидетельствующего о возникновении генерации. При этом стрелка переменного конденсатора окажется уже на другом делении.

Подключая к измерителю постоянные конденсаторы с известной емкостью и вращая переменный конденсатор, отмечают на шкале положения стрелки, при которых происходит резкое спадание показаний миллиамперметра и градуируют шкалу непосредственно в пикофарадах. После такой градуировки этот простейший прибор уже может использоваться для измерений.

Очевидно, что «нулю» емкости (к прибору ничего не подключено) будет соответствовать наибольшая емкость конденсатора *C1*, а пределы измерения при той же частоте кварца зависят от его перекрытия по частоте. Удобно использовать двухсекционный малогабаритный блок переменных конденсаторов с воздушным диэлектриком (от старых переносных приемников) с наибольшей емкостью около 700 пФ при соединенных параллельно секциях. Тогда пределы измерения емкостей составляют примерно от 3—5 до 700 пФ при частоте кварца около 5 МГц.

Катушку *L1* наматывают виток к витку на каркасе диаметром 12 мм, она содержит 11 витков провода ПЭВ-2 или ПЭЛ диаметром 0,51 мм. Для подгонки индуктивности при установке нуля в процессе налаживания можно использовать подстроечный сердечник.

В качестве измерителя тока применен миллиамперметр на 5—15 мА. Он может быть любого типа.

Питается прибор от одного элемента 316 («Сириус»). При установке на нуль потребляемый ток составляет десятые доли миллиампера.

В измерителе емкости может быть применен любой высокочастотный транзистор.

В случае отсутствия кварца с частотой 5 МГц можно применить без замены конденсатора *C1* кварцы с частотами от 1 до 10—20 МГц. При этом, однако, потребуется соответственно изменить число витков катушки *L1*. Подбор индуктивности катушки при замене кварца производится следующим образом. Для частот более 5 МГц число витков уменьшают до 5—6 и, изменяя емкость

конденсатора *C1*, настраивают контур в резонанс. Если спад эмиттерного тока транзистора происходит около минимума емкости конденсатора, число витков катушки нужно уменьшить или ввести в каркас латунный сердечник. Таким образом добиваются получения резонанса при максимальной емкости конденсатора *C1*.

При частоте кварца менее 1 МГц число витков катушки увеличивают в 2—3 раза, определяют момент резонанса, а затем подбирают окончательное значение индуктивности катушки (подбором витков или введением латунного либо ферритового сердечника), необходимое для получения минимума тока при наибольшей емкости переменного конденсатора.

На рис. 2 приведена схема измерителя емкости, в котором использован оптический индикатор — лампа 6Е5С. При соответствующей настройке контура *L1C2* возникают колебания с частотой кварца *Пэ1*. При этом анодный ток лампы спадает, а затемненный сектор на экране индикатора резко суживается. Как и в транзисторном измерителе, конденсатор *C2* снабжен шкалой и стрелкой. Индуктивность катушки *L1* подобрана такой, что резкое сужение сектора происходит при полностью введенных роторных пластинах конденсатора *C2*. Это положение соответствует «нулю» на шкале конденсатора. При подключении параллельно *C2* конденсатора с неизвестной емкостью (не превышающей наибольшую емкость *C2*) сектор расширится. Сужение его произойдет при новом положении роторных пластин.

Присоединяя постоянные конденсаторы с известной емкостью, можно проградуировать шкалу конденсатора *C2* непосредственно в пикофарадах и получить простейший измеритель емкости. В этом приборе используется применяемый в стационарных радиоприемниках двухсекционный блок переменных конденсаторов с воздушным диэлектриком и наибольшей емкостью при параллельно соединенных секциях около 1000 пФ, при этом предел измеряемых емкостей составляет от единиц до тысячи пикофарад.

Частота кварца — 2,2 МГц. Катушка *L1* намотана виток к витку на каркасе диаметром 20 мм и содержит около 20 витков провода ПЭВ-2 0,51. Индуктивность катушки подгоняют при установке «нуля», как это было сказано раньше.

Резистор *R1* и конденсатор *С3* включены для обеспечения требуемого режима работы лампы. Конденсатор *С1* препятствует попаданию на измеряемый конденсатор высокого постоянного напряжения от источника питания. В качестве последнего можно использовать блок пита-

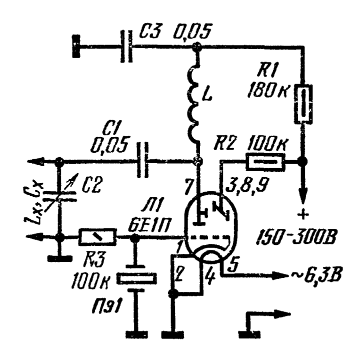


Рис. 3. Схема измерителя на лампе 6Е1П

ния любого радиоустройства (телевизора, магнитофона, приемника).

Налаживание измерителя емкости в случае необходимости сводится к подгонке индуктивности катушки *L1* для обеспечения резонанса при наибольшей емкости конденсатора *С2*.

С повышением напряжения питания яркость свечения экрана индикатора увеличивается. Угол раскрытия сектора зависит от сопротивления резистора *R1*: с уменьшением сопротивления угол уменьшается. При чрезмерном повышении напряжения на аноде лампы могут появиться «ложные нули», иными словами сектор будет сужаться не только при наибольшей, но и при меньшей емкости конденсатора *С2*. Это объясняется появлением гармонических колебаний с удвоенной частотой кварца.

При желании измеритель может быть собран на лампе 6Е1П. Схема измерителя с этой лампой приведена на рис. 3. Этот прибор также рассчитан на питание от внешнего источника. Использованные в нем детали аналогичны деталям измерителя, собранного по схеме рис. 2.

С помощью описанных измерителей можно измерять и индуктивность катушек, присоединяя их параллельно конденсатору переменной емкости. Для этого необходимо градуировать измеритель по образцовым катушкам с известной индуктивностью.

СЧЕТЧИК ИМПУЛЬСОВ

А. ИЗМАЙЛОВ

Простой счетчик импульсов с индикацией на лампах типа ИН может быть получен при использовании в качестве переключающих элементов тринисторов. Катоды индикаторных ламп при этом включают непосредственно в анодные цепи тринисторов.

К недостаткам известных тринисторных счетных декад следует отнести: ограниченную частоту переключений (1—2 кГц), связанную с временем перезаряда запирающего конденсатора; необходимость включения в анодные цепи тринисторов резисторов с мощностью рассеивания более 2 Вт, так как ток открытого тринистора при допустимых колебаниях анодного напряжения должен превышать значение тока выключения (25 мА), а анодное напряжение должно выбираться из условия предотвращения засвечивания неработающих катодов цифровых ламп (образования ореолов).

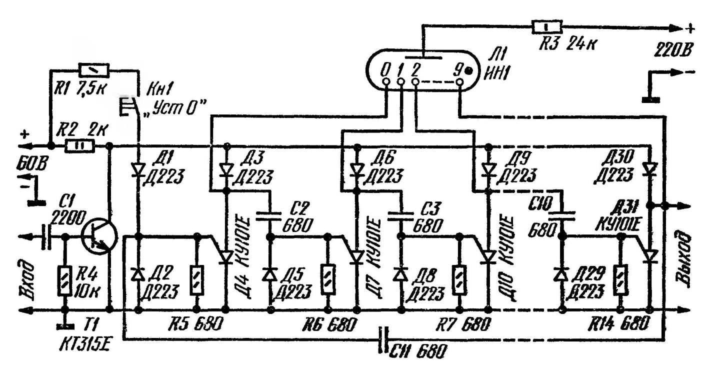
Указанные недостатки устранены в предлагаемой счетной декаде (см. рисунок). В ней анодный резистор *R2* является общим для всех тринисторов. Диоды *Д3, Д6, Д9* и т. д., включенные в анодные цепи тринисторов, исключают влияние ячеек друг на друга.

Закрываются тринисторы с помощью транзистора *T1*, который их шунтирует. Такое включение транзистора исключает влияние тока утечки последнего на работу счетной декады и повышает четкость и надежность работы всего устройства.

В исходном состоянии тринистор *Д4* открыт, а транзистор *T1* и остальные тринисторы (*Д7, Д10* и т. д.) закрыты. Конденсатор *C2* разряжен, а конденсаторы *C3—C10* заряжены. Напряжение их заряда определяется соотношением плеч делителя, образованного внутрен-

ним сопротивлением закрытого тринистора и промежутком катод — анод цифрового индикатора *Л1*. Как показали эксперименты, напряжение на закрытом тринисторе зависит от его сопротивления и от индуцируемой цифры и колеблется в пределах 90—120 В.

При подаче на вход счетной декады (на базу транзистора *Т1*) положительного импульса транзистор



Принципиальная схема счетчика импульсов

открывается и шунтирует тринисторы. При этом напряжение, подводимое к тринисторам через резистор *R2*, уменьшается практически до нуля. Все это приводит к тому, что тринистор *Д4* закрывается.

С прекращением действия входного импульса транзистор *Т1* закрывается, а конденсатор *С2* заряжается от источника 60 В через резистор *R2*. Большая величина зарядного тока обеспечивает включение тринистора *Д7*. Анодный ток достаточен, чтобы поддержать его в открытом состоянии. На индикаторной лампе высвечивается цифра *«1»*. При открывании тринистора *Д7* напряжение на общей шине, к которой подключены аноды диодов *Д3, Д6, ... Д30,* уменьшается и становится равным падению напряжения на открытом тринисторе *Д7* и диоде *Д6*.

Конденсатор *С2* продолжает заряжаться до напряжения, определяемого соотношением плеч делителя, образованного внутренним сопротивлением закрытого тринистора *Д4* и промежутком катод *«0»* — анод лампы. Конденсатор *С3* разряжается через открытый тринистор *Д7* и диод *Д5*. Диод *Д5* уменьшает время разряда кон-

денсатора и предотвращает скачок напряжения на управляющем электроде тринистора. Диоды *Д2, Д5, Д8... Д29* закрыты напряжением 90—120 В.

При подаче очередного импульса процессы в счетной декаде повторяются.

В исходное состояние счетчик приводится нажатием кнопки *Кн1*.

При необходимости последовательного соединения декад достаточно соединить выход предыдущей декады с последующей декадой. Кнопка *Кн1* должна быть соединена с диодом *Д1* всех декад.

Исследование макетных образцов счетной декады показало, что она устойчиво работает от входных импульсов частотой до 15 кГц. Длительность импульсов может быть равна 35—50 мкс. Испытания проходили при температуре окружающей среды в пределах 30—70° С и колебаниях напряжения питания ±20%.

ИНДИКАТОР УРОВНЯ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ

Э. КАЧАНОВ

Современные автомобили оборудуют гидравлическим приводом тормозов, одним из недостатков которого является опасность внезапной утечки тормозной жидкости из привода, что может привести к аварии.

Установка на автомобиль индикатора уровня тормозной жидкости создает определенное удобство в эксплуатации и значительно повышает безопасность движения. Индикатор может быть установлен на все типы отечественных автомобилей с гидравлическим приводом тормозов и напряжением питания 12 В с минусом на массе, в гидросистему которых залита жидкость ГТЖА-2 «Нева» ТУ6-09-550-73. Если в гидросистеме используется другая марка тормозной жидкости, то номиналы элементов, естественно, будут отличаться от приведенных на схеме.

Принципиальная схема индикатора показана на рис. 1. Его основа — мультивибратор на транзисторах *Т2* и *Т3*. Нагрузкой мультивибратора служит телефонный капсюль *Тф1*. Транзистор *Т4* способствует более четкой фиксации рабочего состояния (открыт — закрыт) транзистора *Т2*.

Когда щуп-датчик в бачке погружен в тормозную жидкость, на базу транзистора *Т1* поступает напряжение смещения, и он открыт. При этом база и эмиттер транзистора *Т2* имеют одинаковый потенциал, и этот транзистор будет закрыт. В результате мультивибратор не работает, а телефон *Тф1* обесточен. Диод *Д1* защищает базу транзистора *Т2*. При понижении уровня тормозной жидкости в бачке щуп оказывается в воздухе. В результате этого транзистор *Т1* закрывается, а транзистор *Т2* открывается. Теперь мультивибратор будет работать с частотой, определяемой постоянной времени цепочки *R5C1* (около 400 Гц). Звуковой сигнал предупреждает водителя об утечке или недостаточном уровне тормозной жидкости в бачке.

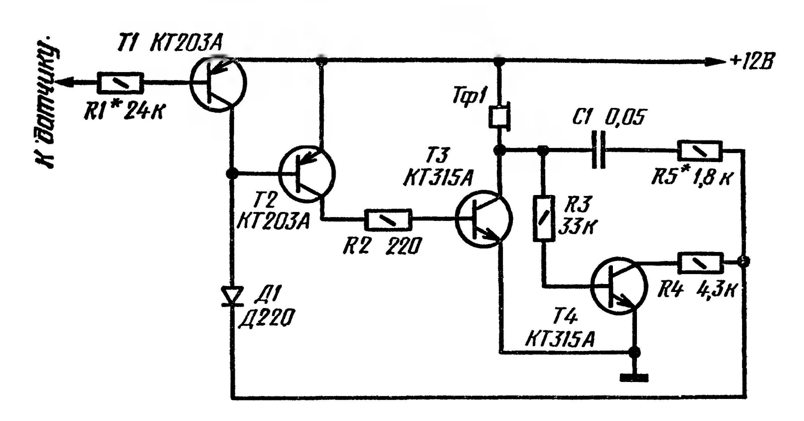


Рис. 1. Принципиальная схема индикатора

Рис. 2. Эскиз печатной платы индикатора

Индикатор собирают на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита или гетинакса толщиной 1,5 мм. Чертеж печатной платы показан на рис. 2, а весь указатель в сборе — на рис. 3.

Использовать в индикаторе германиевые полупроводниковые элементы нежелательно ввиду их низкой термостабильности. Резисторы — МЛТ-0,25, конденсатор — МБМ. В качестве *Тф1* можно использовать электромагнитный телефонный капсюль любого типа с сопротивлением обмотки 65—1600 Ом, например ТА-4. Телефонный капсюль крепят к печатной плате следующим образом. В крышке капсюля на диаметре 35 мм сверлят два отверстия диаметром 3,3 мм с зенковкой с внутренней стороны под потайную головку винта *М3*. Крышку капсюля закрепляют двумя винтами *М3* на плате со стороны элементов, затем капсюль ввинчивают в крышку. Печатную плату с телефоном помещают в пластмассовый или металлический корпус.

Правильно собранный из кондиционных деталей индикатор, как правило, налаживания не требует. В отдельных случаях может понадобиться регулировка чувствительности подбором резистора *R1*. Частоту звучания регулируют изменением сопротивления резистора *R5*.

Датчик монтируют в пластмассовую крышку бачка для тормозной жидкости. Один из возможных вариантов конструкции датчика показан на рис. 4. Датчик изготовлен из латуни Л62. Длина датчика зависит от расстояния от крышки бачка до отметки минимального уровня тормозной жидкости в бачке. Для автомобиля ВАЗ-2101 она равна 33—35 мм. В случае, если при установке датчика будет закрыто вентиляционное отверстие в крышке бачка, рядом с датчиком необходимо просверлить отверстие диаметром 1,5 мм для сообщения внутренней полости бачка с атмосферой.

Если бачок для тормозной жидкости или трубопровод, идущий от бачка, металлические, то больше никаких доработок бачка делать не надо. Если же бачок и трубопровод сделан из неметаллических материалов (например, у автомобилей ВАЗ), то тормозную жидкость, находящуюся в бачке, необходимо электрически соединить с массой автомобиля. Для этого в бачке в любой точке ниже минимального уровня тормозной жидкости необходимо просверлить отверстие диаметром

Рис. 3. Индикатор в сборе

4,1 мм, вставить в отверстие винт *М4* с цилиндрической головкой, проложив с обеих сторон стенки бачка уплотняющие резиновые и металлические шайбы, и соединить винт с массой гибким многожильным проводом (МТВ, БПВЛ и др.) сечением 0,35—0,5 мм^2.

Эта необходимость вызвана следующим. Хотя на отечественных автомобилях всех типов тормозная жидкость электрически соединена с корпусом автомобиля (металлический главный тормозной ци-

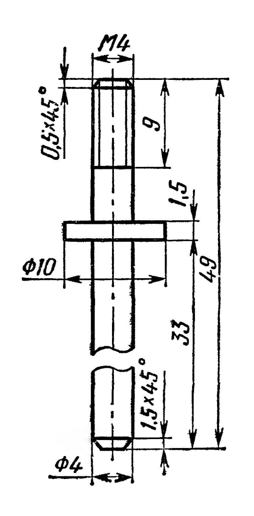


Рис. 4. Конструкция датчика индикатора (латунь Л62)

линдр, металлические трубопроводы и пр.), точка ее соединения в некоторых случаях находится далеко от датчика, поэтому электрическое сопротивление столба жидкости на участке датчик — корпус составляет единицы мегом. Так, в автомобилях ВАЗ полиэтиленовый бачок соединяется с главным тормозным цилиндром диэлектрическим трубопроводом, и сопротивление участка датчик — корпус в автомобилях этого типа оказывается настолько велико, что транзистор *T1* не открывается. Для автомобилей «Москвич-408», «Москвич-412» заземлять жидкость нет необходимости — бачок расположен непосредственно на главном тормозном цилиндре, и жидкость контактирует с корпусом близко от датчика, поэтому сопротивление этого участка невелико.

Замыкания по стенкам бачка между датчиком и корпусом не происходит ввиду большого сопротивления этого участка даже при максимально возможном наличии остатков жидкости на стенках. Кроме того, бачки, изготовленные из пластических масс, плохо смачиваются жидкостью, а стенки бачка расположены вертикально. Поэтому, как показал опыт, можно расположить в крышке бачка два датчика, и один из них соединять с корпусом. Однако расстояние между датчиками для большей надежности работы устройства не следует делать менее 15 мм.

В этом случае налаживание устройства сводится к выбору оптимальной чувствительности подбором резистора *R1*. В некоторых случаях при значительном остатке жидкости на крышке может незначительно измениться частота генерации мультивибратора.

При установке в крышку бачка двух датчиков можно использовать один и тот же индикатор для контроля уровня тормозной жидкости в бачке и охлаждающей жидкости в радиаторе. Для этого в радиатор (или в расширительный бачок) устанавливают аналогичный датчик, изолированный от корпуса, и все датчики соединяют последовательно: один датчик в крышке бачка для тормозной жидкости соединяют со входом индикатора, другой — с датчиком уровня жидкости в радиаторе. При падении уровня жидкости в бачке или в радиаторе цепь размыкается, и индикатор предупреждает об этом звуковым сигналом.

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

СЛУХОВЫЕ АППАРАТЫ

В. МУРАВИН

Две конструкции слуховых аппаратов, описанные в статье, предназначены для людей с пониженным слухом. На рис. 1 приведена принципиальная схема первой конструкции слухового аппарата. Он имеет следующие технические данные: коэффициент усиления 5000; макси-

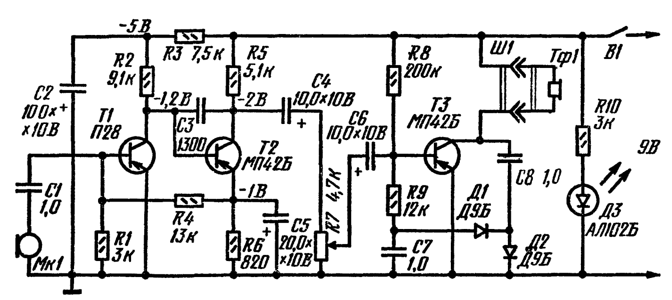


Рис. 1. Принципиальная схема слухового аппарата

мальное напряжение на выходе при сопротивлении нагрузки 60 Ом 0,5 В; рабочая полоса частот 300—7000 Гц; напряжение питания 9 В; ток, потребляемый в режиме молчания, 7 мА; максимальный потребляемый ток 20 мА.

Усилитель аппарата трехкаскадный. Первые два каскада охвачены отрицательной обратной связью по постоянному току с целью стабилизации коэффициента усиления. Частотная характеристика в области верхних частот имеет завал, что осуществляется включением конденсатора *C3* между коллектором и базой транзистора *T2*. С целью снижения собственных шумов усилителя первый каскад выполнен на малошумящем транзисторе.

С коллектора транзистора *T2* сигнал поступает на потенциометр *R7*, выполняющий роль регулятора усиления.

Оконечный каскад собран по схеме усилителя с плавающей рабочей точкой, что позволяет резко уменьшить ток, потребляемый каскадом в режиме молчания. Светодиод *Д3* служит индикатором включения.

Слуховой аппарат собран в пластмассовом корпусе внутренним размером 82 × 56 × 22 мм (рис. 2). Усилитель смонтирован на печатной плате из фольгированного гетинакса или стеклотекстолита, изображенной на рис. 3. На плате крепят также регулятор усиления и микрофон. Микрофон обертывают поролоном и на тонкой резинке подвешивают в вырезанном в плате окне. Стенки микрофона не должны касаться платы и корпуса слухового аппарата.

Все примененные резисторы — МЛТ-0,125. В качестве регулятора усиления использован резистор типа СП3-3а (например, регулятор громкости транзисторного приемника). Электролитические конденсаторы — К50-6. Конденсатор *С3* — КЛС или КМ-4а. Конденсаторы *С1, С7, С8* — КМ-6а, они могут быть заменены на электролитические конденсаторы того же номинала К50-6 или другие, при этом, правда, придется изменить рисунок печатных проводников. Диоды — серии Д9 или Д2 с любым буквенным индексом. В слуховом аппарате применен электромагнитный микрофон от серийно выпускаемого аппарата БК-2 (601). Телефон — ТМ-3 или ТМ-4.

Питается слуховой аппарат от батареи «Крона» напряжением 9 В.

Налаживание усилителя слухового аппарата начинают с установки режимов работы транзисторов *Т1* и *Т2* по постоянному току резисторами *R4* и *R6*, затем резистором *R8* при отключенном микрофоне устанавливают ток покоя оконечного каскада равным 2—2,5 мА. На базу транзистора *Т3* с генератора подают сигнал частотой 1000 Гц и амплитудой, соответствующей максимальной амплитуде сигнала на коллекторе транзистора *Т3*. Резистором *R9* добиваются неискаженного усиления сигнала. При этом ток коллектора транзистора должен иметь величину 15—17 мА.

Налаживание первых двух каскадов по переменному току сводится к подбору емкости конденсатора *С3* по наиболее приятному звучанию, отсутствию резких «металлических» звуков.

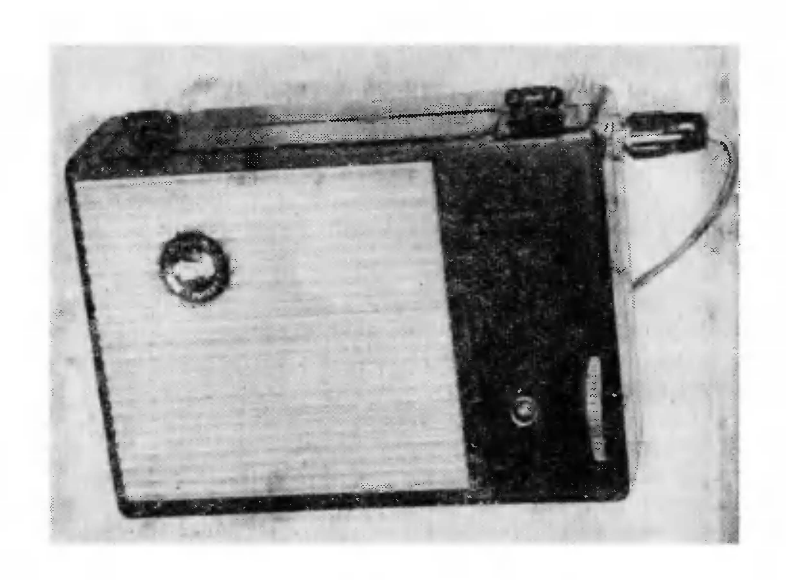


Рис. 2. Внешний вид слухового аппарата

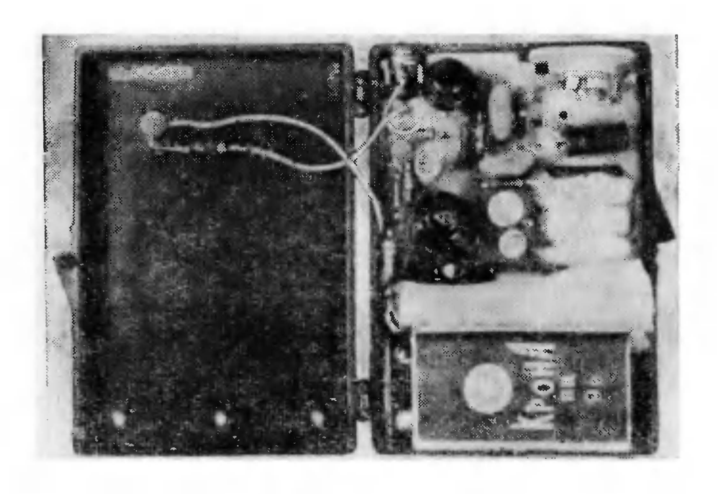


Рис. 3. Расположение деталей в корпусе слухового аппарата

Описанный слуховой аппарат эксплуатируется в течение года и может быть использован людьми с потерей слуха до 70% для разговоров, прослушивания радио- и телепередач, при просмотре кинофильмов в кинотеатрах.

На рис. 4 приведена схема слухового аппарата, совмещенного с радиоприемником. Слуховой аппарат с приемником имеет следующие технические данные:

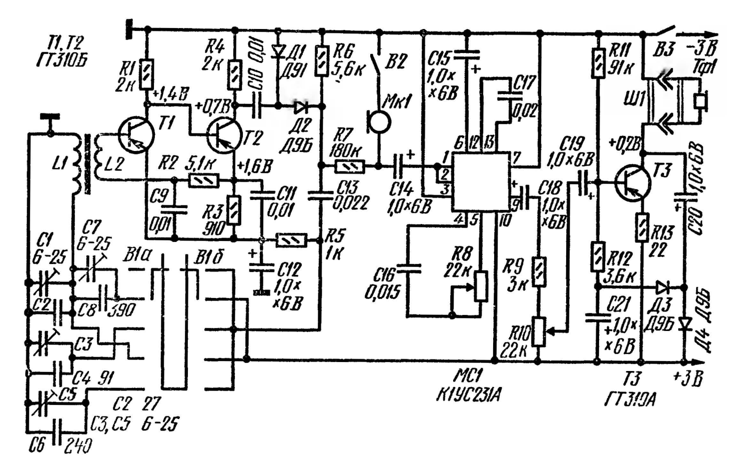


Рис. 4. Принципиальная схема слухового аппарата с приемником

коэффициент усиления 1000; максимальное выходное напряжение при сопротивлении нагрузки, равном 60 Ом, 0,5 В; ток, потребляемый в режиме молчания, 6,5 мА; максимальный потребляемый ток 15 мА; напряжение питания 3 В.

Усилитель слухового аппарата собран на микросхеме *МС1* и транзисторе *Т3*. Примененная здесь микросхема К1УС231А представляет собой интегральный усилитель низкой частоты с коэффициентом усиления 300—500. Конденсатор *С17* обеспечивает завал частотной характеристики усилителя на частотах выше 10 кГц, а резистор *R8* служит регулятором тембра. С выхода микросхемы сигнал поступает через резистор *R9* на резистор *R10*, играющий роль регулятора усиления, а с него — на оконечный каскад, выполненный по схеме усилителя с плавающей рабочей точкой.

Приемник слухового аппарата выполнен по схеме прямого усиления с фиксированной настройкой на четыре станции. Его двухкаскадный усилитель ВЧ на транзисторах *T1, T2* охвачен отрицательной обратной связью по постоянному току (через резистор *R2*). Детектор собран на диодах *Д1, Д2* по схеме удвоения напряжения. Сигнал с нагрузки детектора поступает на вход усилителя слухового аппарата.

Аппарат смонтирован в пластмассовом корпусе внутренним размером 82 × 56 × 22 мм (рис. 5). Усилитель и приемник собраны на отдельных платах из фольгированного гетинакса или стеклотекстолита (рис. 6). На плате усилителя расположены также регуляторы усиления и тембра и микрофон. Как и в первой конструкции, микрофон обертывают поролоном и на тонкой резинке подвешивают в вырезанном в плате окне.

На плате приемника укреплен переключатель станций. В конструкции применены резисторы типа МЛТ-0,125, конденсаторы постоянной емкости — КМ и КТ, электролитические — К50-6, подстроечные — КПК-М. Диоды Д9 с любым буквенным индексом, переменные резисторы СП3-3а. Переключатель станций — от карманного приемника.

Контурная катушка *L1* ферритовой антенны намотана на сердечнике 600НМ размером 56 × 25 × 3 мм проводом ПЭЛШО 0,1 и имеет 75 витков. Катушка связи *L2* имеет 5—8 витков провода ПЭЛ 0,23.

В слуховом аппарате применен электромагнитный микрофон от серийно выпускаемого аппарата БК-2 (601) и телефон ТМ-3 или ТМ-4. Питается аппарат от двух элементов 316.

Налаживание аппарата начинается с установки режимов работы транзисторов по постоянному току, указанных на принципиальной схеме. Затем на базу транзистора *T3* подают сигнал с частотой 1000 Гц и амплитудой, соответствующей максимальному сигналу на коллекторе транзистора *T3*. Подбором резистора *R12* добиваются неискаженного усиления сигнала. Конденсатором *C17* подбирают тембр звучания.

Налаживание приемника сводится к настройке входного контура.

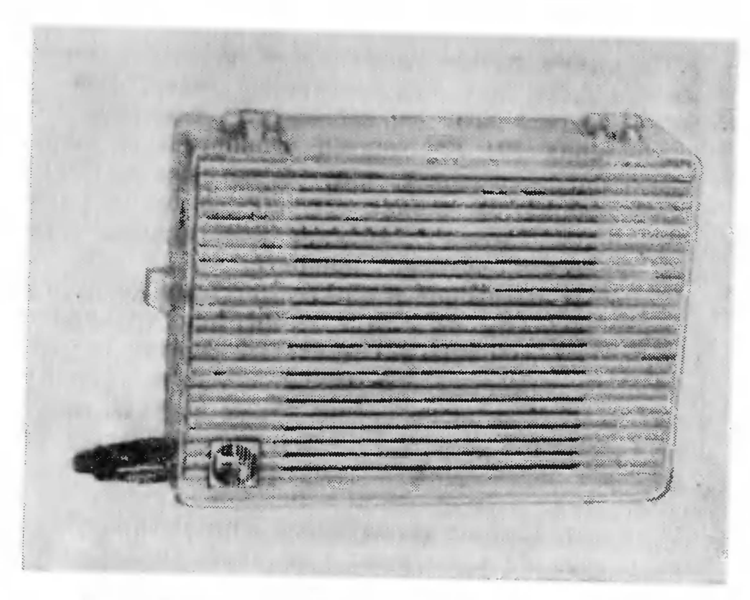


Рис. 5. Внешний вид слухового аппарата с приемником

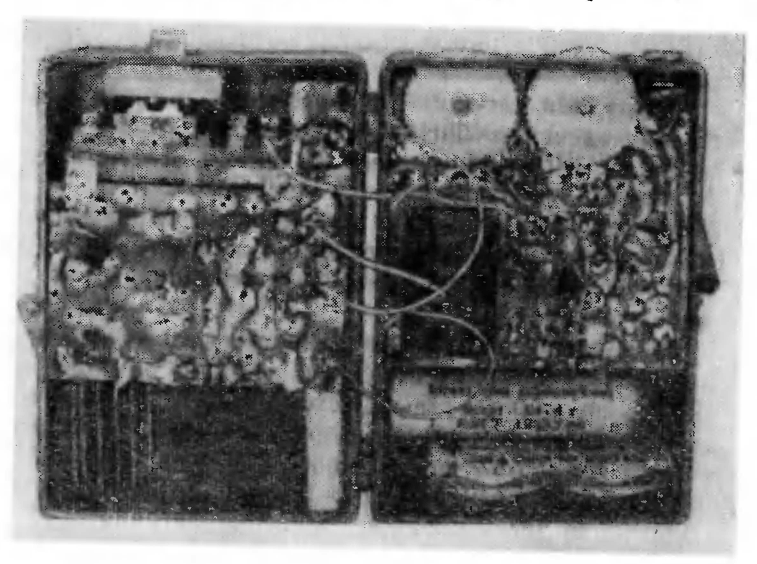


Рис. 6. Расположение деталей в корпусе слухового аппарата с приемником

СОДЕРЖАНИЕ

Электроника в народном хозяйстве

В. Ринский. Индикаторы электрических полей и зарядов 1
А. Медведев. Электронный кодовый ключ 12

Радиоспортивная аппаратура

А. Зазнобин, Г. Юдин. Фазочастотный индикатор настройки 21

Цвет и музыка

В. Криничный. Цветомузыкальное устройство 27

Усилители низкой частоты

А. Баев. Усилитель НЧ мощностью 130 Вт 32
В. Дюков. Усилитель низкой частоты современного радиокомплекса 42

Измерительная техника

В. Андрианов, Е. Квашнин, В. Фрост. Универсальный характериограф 52
А. Пилтакян. Простейшие измерители L и C 61
А. Измайлов. Счетчик импульсов 65

Автолюбителям

Э. Качанов. Индикатор уровня тормозной жидкости . . . 68

Радиолюбителю-конструктору

В. Муравин. Слуховые аппараты 73

6Ф2.9
В80

В помощь радиолюбителю. Вып. 58. М., ДОСААФ, 1977.

В80 79 с. с ил.

В сборнике приведены описания радиолюбительских конструкций: индикаторов электрических полей, кодового ключа, фазочастотного индикатора настройки, цветомузыкального устройства, усилителей низкой частоты, измерительных приборов и т. д

Тематика сборника разнообразна. Он рассчитан на широкий круг радиолюбителей.

В $\frac{30402-084}{072(02)-77}$ 104—77 6Ф2.9

В помощь радиолюбителю

Выпуск 58

Составитель Иван Виссарионович Казанский

Редактор *Л. И. Карнозов*
Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
Технический редактор *З. И. Сарвина*
Корректоры *Р. М. Рыкунина, Е. А. Макарова*

ИБ № 334

Г-90707. Сдано в набор 1/III—77 г. Подписано в печать 14/VII—77 г. Изд. № 2/1179. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага типографская № 2 Усл. п. л. 4,2. Уч.-изд. л. 4,01. Тираж 500 000 экз Цена 30 коп. Зак 7—748.

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР. 107066, Москва, Б-66, Новорязанская ул., д. 26

Головное предприятие республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, Киев, Довженко, 3.

30 коп.



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ